Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere des ...

Digitized by Google

Höhe liegt eine befeſtigte Stadt. Die Mauer iſt dicht mit Menſchen beſetzt; ſie ragen mit dem ganzen Oberkörper darüber hinaus. Es ſind unbedingt Nichtkombattanten. Nach Tſuntas nur Weiber; zwei jedenfalls, eine dritte wahrſcheinlich. Außerdem noch zwei Köpfe und zwei Arme, die ihr Geſchlecht nicht verrathen. In den emporgereckten und ausgeſtreckten Armen verräth ſich die lebhafteſte Antheilnahme.

Den Hintergrund decken Gebilde, die ohne Zweifel Bäume vorſtellen ſollen. Sie erinnern an vierblättrigen Klee oder auch an Kaktus; Tſuntas ſtellt ſie als Oelbäume vor.*)

Augenſcheinlich handelt es ſich um ein feindliches Unternehmen gegen die Stadt. Aber nicht hinter ſeinen Mauern erwartet der Vertheidiger den Anſturm. Er iſt herausgekommen und bietet dem Feinde die Feldſchlacht. Die Uebereinſtimmung mit der Ilias iſt auffallend.

Das anſteigende Gelände hebt ſich, ſozuſagen als Silhouette, von dem mit der Bäumeſignatur ausgeſtatteten Hintergrunde ab. Dieſe Grenze zwiſchen Mittel- und Hintergrund überragt nur ein Mann in Bruſthöhe und außerdem zwei Köpfe.**) Sparſam und doch verſtändlich dürfte der Künſtler damit haben ausdrücken wollen, daß das Schlachtfeld ausgedehnter geweſen ſei, als er es hat darſtellen können. Hier hat der Künſtler ſelbſt die Grenze der

---

*) Er wird dabei ſehr weitläufig und diskutirt die Frage, ob es wohl kultivirte oder wilde Oelbäume ſeien. Wenn Erſteres, ſo müſſe man die Herkunft des Reliefs in Syrien oder überhaupt in Aſien ſuchen, denn in Hellas habe es ſo früh noch keine häusliche Pflege des Oelbaumes gegeben, höchſtens alſo den wilden Oelbaum. Tſuntas hat ſich ſchließlich von einem Botaniker den Beſcheid geholt, den er ſich freilich ſelbſt hätte geben können, daß dem ſehr kindlich ſtiliſirten Pflanzengebilde des Reliefs nicht anzuſehen ſei, ob der Künſtler den wilden oder den kultivirten Oelbaum habe darſtellen wollen. Tſuntas glaubt demgemäß ſchließlich, das Relief als ein Dokument mykeniſcher Kultur anſprechen zu dürfen, deren Abſtammung aus Aegypten er dann plauſibel zu machen ſich angelegen ſein läßt. Es ſoll ſogar glaublich gemacht ſein, daß ein politiſches Verhältniß, Tributpflichtigkeit zur Zeit von Amenophis III., beſtanden habe.

**) Zu dem einen dieſer Köpfe gehört wahrſcheinlich noch ein gekrümmtes Bein, und die ganze Perſon dem Kampfplatze dieſſeits des Berges.

Digitized by Google

Darstellung gezogen und absichtlich der Phantasie des Beschauers das Uebrige überlassen; weiter herwärts, also im unmittelbarsten Vordergrunde, ist die Grenze durch das Abbrechen gewaltsam gebildet, und deshalb hier das Verständniß erschwert. Man sieht auf dem Bruchstücke nur den Oberkörper eines Mannes, der zu liegen scheint. Ich war geneigt, ihn für einen Gefallenen zu halten. Tsuntas räthsellöst anders. Die gleich zu besprechenden Hauptpersonen sind nackt, der in Rede stehende Halbe trägt unverkennbar eine Jacke mit kurzen Aermeln. Auch eine Mütze; Helm, sagt Tsuntas — zugegeben; mit Helmbusch, vielleicht Roßschweif — zugegeben. Neben diesem ragen über den abgebrochenen Rand noch drei Mützen (oder Helme) hervor. Tsuntas konjekturirt aus der räumlichen Entfernung und der Bekleidungsverschiedenheit, daß es sich wohl um Hülfsvölker handeln möge. Für den Kampf um Troja würde das ja auch passen. Nun zu den Hauptpersonen. Es sind ihrer nur sieben. Zwei Bein- und ein Bogenfragment, die am rechten Rande des Bruchstückes hereinragen, können unberücksichtigt bleiben. Die sieben Mann bilden drei Gruppen. Die vordersten Drei stehen aufrecht; es sind Schleuderer; zwei Mann hinter ihnen knieen; es sind Bogenschützen. Die letzten Zwei im Hintergrunde, dicht nebeneinander stehend, halte ich für die schwerbewaffnete Reserve. Sie haben plumpe Schirme an sich befestigt, die oben bis unter die Arme, unten bis ans Knie reichen. Die Rechte hält meines Erachtens einen vorgestreckten Speer. Und das wäre eine durchaus zweckmäßige Abrundung des taktischen Bildes. Schilde sind nicht dargestellt.

Als ich jedoch den Text in Betracht zog, ergab sich, daß ich in diesem Punkte mit Tsuntas nicht derselben Meinung war.

Dieser, dem das Silberrelief selbst vorlag, war freilich in bevorzugter Lage dem gegenüber, der nur die Wiedergabe in der Ephemeris vor Augen hat. Der Artikel der Ephemeris läßt nicht entnehmen, ob man sich hierbei der Photographie bedient hat (was sehr beruhigen würde); es wird nur gesagt, das Dargebotene sei nach einer von Gilliéron nach erfolgter Reinigung hergestellten Umrißzeichnung (ἰχνογράφημα) angefertigt. Im gegebenen Bilde sind nun allerdings die vermutheten Speere (oder Stangen) nicht unzweifelhaft, aber mir doch sehr wahrscheinlich.

Digitized by Google

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

Digitized by Google

Digitized by Google

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Ausgeschieden
BIBLIOTHEK
DES TECHN. MILITÄR-COMITÉ
408

Archiv

für die

Artillerie- und Ingenieur-Offiziere

des

deutschen Reichsheeres.

Redaktion:
Schröder,
Generalmajor z. D.

Achtundfünfzigster Jahrgang. Hunderterster Band.

Mit 7 Tafeln.

Berlin 1894.
Ernst Siegfried Mittler und Sohn
Königliche Hofbuchhandlung
Kochstraße 68—70.

Digitized by Google

STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES
STACKS
JAN 19 1970

U3
A7
v. 101
1894

Digitized by Google

Inhalt des hunderterſten Bandes.

1894.

		Seite
I.	Schröder, Scene aus dem vorgeſchichtlichen Belagerungskriege. Mykeniſches Fundſtück; Silberrelief. (Mit einer Abbildung)	1
II.	Schröder, Zur Moltke-Literatur	20
III.	D., Neuorganiſation der öſterreichiſchen Feldartillerie	59
IV.	Neureuther, Topographiſche Aufnahmen im Gebirge	70
V.	Ein Beitrag zum Feldgeſchütz der Zukunft	97
VI.	Oekinghaus, Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve. (Fortſetzung.)	124
VII.	Ein Beitrag zum Feldgeſchütz der Zukunft. (Schluß.)	145
VIII.	Oekinghaus, Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve (Fortſetzung.)	166
IX.	Die Gefahr der Munitionsverſchwendung	193
X.	Oekinghaus, Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve. (Fortſetzung.)	210
XI.	Die neue 75 mm Hotchkiß-Schnellfeuer-Feldkanone	241
XII.	Neeſen, Weitere Verſuche über photographiſche Regiſtrirung der Geſchoßbewegung. (Hierzu Tafel I und II.)	253
XIII.	Oekinghaus, Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve. (Fortſetzung.)	257
XIV.	Gaede, Begründung der Veränderung des Luftwiderſtandes bei hohen Geſchoßgeſchwindigkeiten. (Hierzu Tafel III.)	289
XV.	Oekinghaus, Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve. (Fortſetzung.)	294

Digitized by Google

Seite

XVI. Halder, Ein Beitrag zur Schießausbildung der Feldartillerie-Offiziere. (Hierzu Tafel IV.) 337

XVII. Oekinghaus, Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve. (Fortſetzung.) (Hierzu Tafel III.) 360

XVIII. Rohne, Studie über den Schrapnelſchuß der Feldartillerie. (Hierzu Tafel V—VII.) 385

XIX. Rohne, Studie über den Schrapnelſchuß der Feldartillerie. Nachtrag zu dem Artikel XVIII 481

XX. Preiß, Der Dienſt der ruſſiſchen Feldartillerie bei der Vertheidigung von Feſtungen 487

XXI. Oekinghaus, Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve. (Fortſetzung) 518

Kleine Mittheilungen:

1. Neue ſchwediſche Erfindung 84
2. Leichte Feldkriegsbrücke Asklund 227
3. Leichte Feldkriegsbrücke Vignami 231
4. Brücken-Syſtem Reboux 238
5. Vergleichsbeſchießungen von Panzerplatten 277
6. Rußland. Schießen von 80 Feldgeſchützen 280
7. Nachtrag zur Beſchreibung des Telemeters Paſchwitz . . 283
8. Ein Beitrag zum Feldgeſchütz der Zukunft 284
9. Eine deutſch-nationale Ausſtellung für Volksernährung, Maſſenverpflegung, Sanitätsweſen, Verkehr und Sport. 317
10. Frankreich. Neues Reglement für die Küſtenvertheidigung 318
11. Rußland. Annahme eines neuen Hufbeſchlags . . . 322
12. Zur Photographie 323
13. Die Saccharinfabrik Fahlberg 325
14. Migränin 383
15. Eine neue Konſtruktion einer Wagenachſe 547
16. Ein neuer Schnellfeuerverſchluß 549
17. Oeſterreich-Ungarn 550

Literatur:

1. Reglements der kaiſerlich ruſſiſchen Armee 86
2. Détermination des vitesses vélocipédiques: Vélographe. Par le général Le Boulangé 88

Digitized by Google

Seite

3. Dr. C. Vogel, Karte des Deutſchen Reichs im Maßſtab von 1 : 500000 89
4. Gritzner, Handbuch der Ritter- und Verdienſtorden aller Kulturſtaaten der Welt innerhalb des XIX. Jahrhunderts 92
5. José Boado y Caſtro: 1) Los fusiles modernos en Austria-Hungaria etc. 2) Los fusiles Mauser etc. . 188
6. Illuſtrirtes Wappen- und Siegel-Album 191
7. Vademecum für Elektrotechniker. Elektriſche Beleuchtungsanlagen. Herſtellung und Verwendung der Akkumulatoren 286
8. Anleitung zur erſten Hülfeleiſtung bei plötzlichen Unfällen für Lazarethgehülfen, Heildiener ꝛc. 327
9. v. Ströbel, Liederſchatz für das deutſche Heer 328
10. Göttig, Unterſuchungen über die Beſtimmung des Kohlenſtoffs im Eiſen und Stahl 334
11. G. S., Fortſchritt und Rückſchritt des Infanteriegewehrs 469
12. Von einem 67er: Bis in die Kriegsgefangenſchaft. Erinnerungen aus der Zeit des großen Kampfes von 1870 bis 1871 553
13. Kf., Die beſtändige Befeſtigung und der Feſtungskrieg 568
14. Anleitung zum Studium der Kriegsgeſchichte von J. v. H. und Th. Frhrn. v. Troſchke 572
15. Feldmarſchall Moltke. Erſter Theil: Lehr- und Wanderjahre 574

Berichtigungen zum September-Oktoberheft 1894 . . . 578

Digitized by Google

BIBLIOTHEK
DES TECHN. MILITÄR-COMITÉ

I.

Scene aus dem vorgeschichtlichen Belagerungskriege. Mykenisches Fundstück; Silberrelief.

Von Schliemann ist gesagt worden, er sei wie Saul, der ausging, seines Vaters Eselin zu suchen, und ein Königreich fand. Um des Vordersatzes willen hat dieser Vergleich etwas Despektirliches, denn die gesuchte Eselin war Troja, beziehungsweise Lokal und Personal aus dem ersten Stück der Oresteia des Aeschylus! Aber um des Nachsatzes willen mag das Gleichniß passiren. In der That ein Königreich oder doch eine neue Provinz im Reiche der vorgeschichtlichen Forschung hat Schliemann entdeckt und der Wissenschaft gewonnen. Insbesondere in Mykene hat er mehr gefunden, als er im ersten Augenblicke in seiner naiven Befangenheit gefunden zu haben glaubte; nicht die sterblichen Reste von Agamemnon und Kassandra und den anderen Opfern des Usurpators; aber die „mykenische Kultur", jene bis dahin ungeahnte Frühkultur auf dem Boden von Hellas, die nachmals unter den derben Tritten der dorischen Invasion wieder eingestampft worden ist und einem Rückfall in rohere Zustände Platz gemacht hat. Schliemann hat mit Hacke und Spaten die glänzenden Beweisstücke ans Licht gebracht, daß Homer in der Beschreibung vom Schilde des Achill und Hesiod in der „Aspis" (Schild des Herakles) nicht Phantasiegemälde geliefert haben, sondern selbst Gesehenes, zu ihrer Zeit noch Vorhandenes, wenn auch wahrscheinlich zu ihrer Zeit dergleichen nicht mehr gemacht wurde, weshalb sie es auch nicht irdischen Meistern, sondern dem Schmiedegott Hephaistos zugeschrieben haben.

Digitized by

Ein Fundstück Schliemanns (aus dem vierten Schachtgrabe auf der Akropolis von Mykene), das er selbst unbeachtet gelassen hat,*) ist erst jetzt, nach beiläufig 15 Jahren, zur Anerkennung gelangt.

Schliemanns Ausgrabungen haben ihm nicht nur viel Geld gekostet und seine geistigen und physischen Kräfte in höchstem Maße angespannt, sie haben ihm auch noch Verdruß mit den Regierungen eingetragen: in der Troas mit der türkischen, in Hellas mit der griechischen Regierung.

Schliemann hat Ehre genug von dem glänzenden Anfange, den er in Mykene gemacht hat, aber ein Fragment ist seine dortige Thätigkeit doch geblieben. Die griechische archäologische Gesellschaft hat dann dieselbe weiter geführt. Schliemanns einsichtiger und im Finden und Deuten glücklicher Nachfolger wurde der Ephoros Chrestos**) Tsuntas. Derselbe gab eine umfassende Uebersicht unter dem Titel „Aus Mykene" im Jahrgange 1891 der in Athen erscheinenden Ephemeris archaiologike (Archäologisches Tagebuch). Der „Archäologische Anzeiger" — Beiblatt zum „Jahrbuch des kaiserlich deutschen archäologischen Instituts in Berlin" — brachte (S. 183 des Jahres 1891) eine knappe Notiz darüber; glücklicherweise begleitet von einer — unbedeutend verkleinerten — Kopie der in der „Ephemeris" zum ersten Male veröffentlichten Zeichnung des sehr interessanten Fundstückes, dem diese Zeilen gewidmet sind.***)

Daß Schliemann selbst es nicht beachtet hat, wurde bereits bemerkt. Tsuntas berichtet, verborgen unter einer Schmutz- und Oxydationskruste habe die Schilderei deutliches Erkennen erschwert; man habe sich daran versucht, wieder aufgehört, nochmals begonnen und nun sei es endlich zu Tage gekommen.

---

*) Schliemann spricht nur unbestimmt und allgemein von zehn Fragmenten von silbernen Gefäßen, die in dem bezeichneten Grabe gefunden seien (Mykenä S. 348). Tsuntas nennt einen Athanasius Kumanudes als den Entdecker des Werthes des in Rede stehenden Bruchstückes (παρετήρησε).

**) Das η der Neugriechen ist i (wie das russische и).

***) Ein Cliché des für den Archäologischen Anzeiger (auf photographischem Wege) hergestellten Zinkstockes liegt dem in den Text eingeschalteten Abdruck zu Grunde.

Digitized by Google

Ich habe die Originalzeichnung (in der „Ephemeris") auf ihren Inhalt ſtudirt, und zwar abſichtlich ohne zuvor einen Blick auf den Text geworfen zu haben, weil ich mich nicht beeinfluſſen laſſen wollte. Der erſte Eindruck war: Das könnte ja eine vorgeſchichtliche Illuſtration zur Ilias ſein!

Das Fundſtück iſt eine Scherbe, die am Rande eines bauchigen Gefäßes ausgebrochen iſt, in Silber getrieben; der Rand golden. Die größte Breite beträgt 8,5 cm, die größte Höhe 9,5 cm. Nur der Rand iſt die natürliche Grenze; der übrige Umkreis, unregelmäßig ausgezackt, unterbricht erſichtlich ringsum die Darſtellung, die viel mehr enthalten hat. Der Zufall hat es gleichwohl gefügt, daß das Erhaltene ein genügend geſchloſſenes Bild giebt. Wir ſehen ein nach rechts hin anſteigendes Gelände. Auf der

Digitized by Google

Höhe liegt eine befeſtigte Stadt. Die Mauer iſt dicht mit Menſchen beſetzt; ſie ragen mit dem ganzen Oberkörper darüber hinaus. Es ſind unbedingt Nichtkombattanten. Nach Tſuntas nur Weiber; zwei jedenfalls, eine dritte wahrſcheinlich. Außerdem noch zwei Köpfe und zwei Arme, die ihr Geſchlecht nicht verrathen. In den emporgereckten und ausgeſtreckten Armen verräth ſich die lebhafteſte Antheilnahme.

Den Hintergrund decken Gebilde, die ohne Zweifel Bäume vorſtellen ſollen. Sie erinnern an vierblättrigen Klee oder auch an Kaktus; Tſuntas ſtellt ſie als Oelbäume vor.*)

Augenſcheinlich handelt es ſich um ein feindliches Unternehmen gegen die Stadt. Aber nicht hinter ſeinen Mauern erwartet der Vertheidiger den Anſturm. Er iſt herausgekommen und bietet dem Feinde die Feldſchlacht. Die Uebereinſtimmung mit der Ilias iſt auffallend.

Das anſteigende Gelände hebt ſich, ſozuſagen als Silhouette, von dem mit der Bäumeſignatur ausgeſtatteten Hintergrunde ab. Dieſe Grenze zwiſchen Mittel- und Hintergrund überragt nur ein Mann in Bruſthöhe und außerdem zwei Köpfe.**) Sparſam und doch verſtändlich dürfte der Künſtler damit haben ausdrücken wollen, daß das Schlachtfeld ausgedehnter geweſen ſei, als er es hat darſtellen können. Hier hat der Künſtler ſelbſt die Grenze der

---

*) Er wird dabei ſehr weitläufig und diskutirt die Frage, ob es wohl kultivirte oder wilde Oelbäume ſeien. Wenn Erſteres, ſo müſſe man die Herkunft des Reliefs in Syrien oder überhaupt in Aſien ſuchen, denn in Hellas habe es ſo früh noch keine häusliche Pflege des Oelbaumes gegeben, höchſtens alſo den wilden Oelbaum. Tſuntas hat ſich ſchließlich von einem Botaniker den Beſcheid geholt, den er ſich freilich ſelbſt hätte geben können, daß dem ſehr kindlich ſtiliſirten Pflanzengebilde des Reliefs nicht anzuſehen ſei, ob der Künſtler den wilden oder den kultivirten Oelbaum habe darſtellen wollen. Tſuntas glaubt demgemäß ſchließlich, das Relief als ein Dokument mykeniſcher Kultur anſprechen zu dürfen, deren Abſtammung aus Aegypten er dann plauſibel zu machen ſich angelegen ſein läßt. Es ſoll ſogar glaublich gemacht ſein, daß ein politiſches Verhältniß, Tributpflichtigkeit zur Zeit von Amenophis III., beſtanden habe.

**) Zu dem einen dieſer Köpfe gehört wahrſcheinlich noch ein gekrümmtes Bein, und die ganze Perſon dem Kampfplatze dieſſeits des Berges.

Digitized by Google

Darstellung gezogen und absichtlich der Phantasie des Beschauers das Uebrige überlassen; weiter herwärts, also im unmittelbarsten Vordergrunde, ist die Grenze durch das Abbrechen gewaltsam gebildet, und deshalb hier das Verständniß erschwert. Man sieht auf dem Bruchstücke nur den Oberkörper eines Mannes, der zu liegen scheint. Ich war geneigt, ihn für einen Gefallenen zu halten. Tsuntas räthsellöst anders. Die gleich zu besprechenden Hauptpersonen sind nackt, der in Rede stehende Halbe trägt unverkennbar eine Jacke mit kurzen Aermeln. Auch eine Mütze; Helm, sagt Tsuntas — zugegeben; mit Helmbusch, vielleicht Roßschweif — zugegeben. Neben diesem ragen über den abgebrochenen Rand noch drei Mützen (oder Helme) hervor. Tsuntas konjekturirt aus der räumlichen Entfernung und der Bekleidungsverschiedenheit, daß es sich wohl um Hülfsvölker handeln möge. Für den Kampf um Troja würde das ja auch passen. Nun zu den Hauptpersonen. Es sind ihrer nur sieben. Zwei Bein- und ein Bogenfragment, die am rechten Rande des Bruchstückes hereinragen, können unberücksichtigt bleiben. Die sieben Mann bilden drei Gruppen. Die vordersten Drei stehen aufrecht; es sind Schleuderer; zwei Mann hinter ihnen knieen; es sind Bogenschützen. Die letzten Zwei im Hintergrunde, dicht nebeneinander stehend, halte ich für die schwerbewaffnete Reserve. Sie haben plumpe Schirme an sich befestigt, die oben bis unter die Arme, unten bis ans Knie reichen. Die Rechte hält meines Erachtens einen vorgestreckten Speer. Und das wäre eine durchaus zweckmäßige Abrundung des taktischen Bildes. Schilde sind nicht dargestellt.

Als ich jedoch den Text in Betracht zog, ergab sich, daß ich in diesem Punkte mit Tsuntas nicht derselben Meinung war.

Dieser, dem das Silberrelief selbst vorlag, war freilich in bevorzugter Lage dem gegenüber, der nur die Wiedergabe in der Ephemeris vor Augen hat. Der Artikel der Ephemeris läßt nicht entnehmen, ob man sich hierbei der Photographie bedient hat (was sehr beruhigen würde); es wird nur gesagt, das Dargebotene sei nach einer von Gilliéron nach erfolgter Reinigung hergestellten Umrißzeichnung (ἰχνογράφημα) angefertigt. Im gegebenen Bilde sind nun allerdings die vermutheten Speere (oder Stangen) nicht unzweifelhaft, aber mir doch sehr wahrscheinlich.

Digitized by Google

Ob der Gilliéronſchen Zeichnung eine Photographie zu Grunde läge oder nicht, wußte auch Herr Generalſekretär Conze (der Höchſtleitende des kaiſerlich deutſchen archäologiſchen Inſtituts) nicht zu ſagen. Derſelbe hat aber die große Gefälligkeit gehabt, bei der Filiale des Inſtituts in Athen deswegen anzufragen. Es iſt nachſtehende Antwort erfolgt:

„Eine Photographie der Silberſcherbe, Arch. Anz. 1891, S. 183, exiſtirt nicht. Es iſt übrigens kaum anzunehmen, daß eine Photographie mehr zeigen ſollte als die Zeichnung. Herr Reichel" (öſterreichiſcher Stipendiat in Athen) „hat übrigens von dem Stück nebſt einem von ihm neu gefundenen Fragment eine Zeichnung hergeſtellt, die in wenig Wochen in ſeiner Abhandlung über homeriſche Waffen (Abhandlung des Wiener Seminars) erſcheinen wird und einige Einzelheiten richtiger giebt wie Gilliérons Zeichnung."

Seit Ertheilung dieſer Auskunft iſt mittlerweile ein Jahr vergangen, ohne daß mir von der angekündigten Reichelſchen Ergänzung etwas zu Geſicht gekommen iſt. Im September v. J., wo ich Herrn Profeſſor Dörpfeld (den Leiter der Atheniſchen Abtheilung) mündlich zu interpelliren Gelegenheit hatte, konnte auch dieſer keine Auskunft geben.

Ich will daher meinen kleinen Aufſatz nicht länger zurückhalten. Er kann ja ſpäter ergänzt werden.

Tſuntas macht aufmerkſam, daß Heſiod daſſelbe Thema behandelt habe (Aspis 237 u. f.). Er citirt 11 Verſe. Die Kämpfenden, die laut ſchreienden Weiber auf der Mauer — Alles paßt vorvortrefflich. „Die älteren Männer aber", heißt es dann, „die ſchon ans Greiſenalter rührenden, waren draußen vor den Thoren verſammelt. Zu den ſeligen Göttern hoben ſie die Hände empor, für die Kinder fürchtend; die aber waren im Kampf." Die zwei fraglichen Geſtalten gelten Tſuntas für die zuſchauenden Männer. Was ſie vor ihrem Oberkörper haben — es gemahnt an die halbcylindriſch gekrümmten Schirme, die man vor eiſerne Oefen ſtellt —, gilt ihm für Bekleidung, und die Bekleidung für ein Symbol des Greiſenalters, während die kämpfenden Jungen nackt ſind. Dieſer abſoluten Nacktheit kann ich auch nicht zuſtimmen; der vordere Schleuderer hat irgend etwas Schützendes an ſich; vielleicht einen Bruſtharniſch; oder wenn das, was ich dafür zu halten geneigt bin, etwa doch ein Bein des jenſeits undeutlich

Digitized by Google

sichtbaren dritten Schleuderers sein sollte, — etwas wie Beinschienen am Oberschenkel. Emporgehobene Hände, also die Stellung des Betenden, haben die beiden Männer nicht; die Art, wie beide ihre rechten Arme vorstrecken, entspricht vielmehr der Paradestellung eines Speerträgers.

Ich denke, meine Deutung wird militärische Beschauer mehr befriedigen als die des Tsuntas.

Es ist gesagt worden: Der erste Gedanke bei dem Erblicken der dargestellten Kampfscene gelte der Ilias. Damit war gemeint, der dort geschilderten Kampfesweise; die Darstellung erinnere daran, daß die tapferen Trojaner den Feind gar nicht bis an ihre Mauern haben herankommen lassen, daß sie ihre Stadt in der Feldschlacht vertheidigt haben. An dieser Aehnlichkeit scheint die überwiegende Nacktheit der Kämpfer auf dem mykenischen Silberrelief einigermaßen zu rütteln, denn so im Naturzustande haben sich doch, laut Ilias, die Trojaner nicht befunden. Ich glaube, wir haben die Nacktheit nicht wörtlich zu nehmen; sie ist ein Ergebniß künstlerischen Empfindens, dem es mehr entsprach, sich an der unverhüllten Schönheit der Menschengestalt zu versuchen. Die weiblichen Zuschauer des Vorganges nennt Tsuntas bekleidet und mit einem Kopfschmuck versehen. Zur Anerkennung eines Kopfschmuckes sehe ich mich nicht gezwungen; es könnte wohl auch nur weibliche Haartracht dargestellt sein sollen. Unzweifelhaftes Bekleidungszeichen ist ein einziger unverkennbarer Saum eines kurzen, nur den halben Oberarm bedeckenden Aermels. Muß man allerdings wohl aus dem Aermel auf eine Jacke schließen, so kann das nur — um modern zu reden — eine Trikottaille sein; jedenfalls hat der Künstler auch bei den zuschauenden Frauen wie bei den mit Schleuder und Bogen kämpfenden Jünglingen die Plastik der Menschengestalt zur Geltung bringen wollen.

Leider haben sich auf dem Becherfragmente nur Vertheidiger erhalten. Die Gesichter erscheinen ausnahmslos im Profile, nach links gewendet. Vom Angreifer ist keine Spur vorhanden, wir müßten denn als eine solche die leicht eingeritzten Figuren auffassen, die diesseits der Kämpfenden auf dem ansteigenden Boden des Gefechtsfeldes erkennbar sind. Daß kleine Rundungen Steine vorstellen sollen, die von den feindlichen Schleudern stammen, ist sehr wahrscheinlich; der andere Typus erinnert an geworfene

Digitized by Google

geſtellt worden. Er iſt heute deſſen „Sekretär", d. h. Leitender. Daß Tiryns in ſolchem Grade klargeſtellt worden, iſt Dörpfelds Verdienſt. Schliemann, dem es mehr auf die archäologiſchen Funde im engeren Sinne und den Palaſt ankam, hätte ſich mit den Ergebniſſen von 1884 begnügt. Dem Architekten genügten ſie nicht. Schliemann ließ ſich durch ihn beſtimmen, bewilligte neue Geldmittel, betheiligte ſich aber perſönlich an der Weiterführung der Arbeit im Jahre 1885 nicht, überließ dieſe vielmehr gänzlich Dörpfeld. Dieſer hat dann auch die betreffenden Kapitel 5 und 6 in dem 1886 erſchienenen Werke „Tiryns" geſchrieben.

Nach dem, was Schliemann im Schreiben geleiſtet, muß er ein ebenſo leidenſchaftlicher Schreiber wie Graber geweſen ſein. Es iſt angeführt, daß er 1867 ſeine erſte archäologiſche Reiſe gemacht hat. Er berichtete darüber in „Ithaka, der Peloponnes und Troja" (Leipzig, Kommiſſionsverlag von Gieſecke und Devrient, 1869). Er grub hierauf in Troja von 1870 bis 73 und berichtete darüber in „Trojaniſche Alterthümer" (Leipzig, in Kommiſſion bei F. A. Brockhaus, 1874). Dazu gleichzeitig: „Atlas trojaniſcher Alterthümer. Photographiſche Abbildungen auf 218 Tafeln in Quart mit erklärendem Texte."*) Er grub weiter 1878 und 79. Nun glaubte er fertig zu ſein und ſchrieb „Ilios, Stadt und Land der Trojaner" (Leipzig, F. A. Brockhaus 1881) nebſt einem Ergänzungsbande von geringem Umfange „Reiſe in der Troas im Mai 1881" (ebendaſelbſt).

Aber er empfand bald, daß er doch nicht fertig ſei. Die wiſſenſchaftliche Kritik hatte Manches an ſeinen bisherigen Trojaſchriften auszuſetzen; ihn ſelbſt aber wurmte es, daß Troja ein ſo kleines Städtchen geweſen ſein ſollte. Da hatte denn doch offenbar Homer den Mund zu voll genommen! War es denn auch wirklich das ganze Troja, was er, von Mauer umſchloſſen, unter Schuttſchichten in der Tiefe des Hügels Hiſſarlik gefunden hatte?

Das Ende war die Wiederaufnahme der Arbeit 1882 unter Mitwirkung von Dörpfeld und die Abfaſſung des Werkes „Troja".

Daſſelbe weiſt das Erſcheinungsjahr 1884 (Leipzig, F. A. Brockhaus); doch iſt das Vordatirung oder richtiger Nachdatirung. Es

---

*) Koſtete 54 Mark, iſt aber vergriffen. Ein Theil der Originale iſt in die Berliner Schliemann-Sammlung übergegangen.

Digitized by

war schon gegen Ausgang des Jahres 1883 fertiggestellt, wurde angekündigt und versandt.

Angekündigt unter Anderem zufolge eines wunderlichen Zufalls in derselben Nr. 51 der Zeitschrift „Ausland" vom 17. Dezember, die den Aufsatz von Ernst Boetticher brachte, der Schliemanns Troja für eine Leichenverbrennungsstätte, eine „Feuernekropole", erklärte.

Der damit entbrannte Streit ist nicht zum Austrage gekommen; Schliemann ist darüber gestorben; der Gegner kämpft weiter. Schliemann hat die Gegnerschaft sich aber doch so zu Herzen genommen, daß er sich zu nochmaliger Wiederaufnahme der Abräumungsarbeiten verstanden hat. Sie sind Ende 1889 begonnen und bis in den Spätsommer 1890 eifrig betrieben worden. Schliemann erachtete die neuesten Ergebnisse für unbedingt überzeugend und ordnete das Erscheinen eines Rechenschaftsberichtes an. Er selbst hat auch noch seinen Beitrag dazu niedergeschrieben. Während des Druckes ist er (in Neapel, 26. Dezember 1890) gestorben.*)

Tiryns, Mykene und Troja — wie werthvoll sie als Baudenkmäler aus dem Heroenzeitalter sind —, sie theilen mit allen Ruinen und in so höherem Grade, als sie die älteren sind, den Mangel, daß der Zahn der Zeit sie benagt hat, und daß ganz naturgemäß dieses Benagen von oben herunter stattfindet. Erst schweift der Regen die Fugen aus, dann weht der Wind Staub und Humus hinein, dann siedelt die Pflanzenwelt sich an und das schwellende Wurzelwerk sprengt den Steinverband; Gewitter, Blitzschläge, selbst Erdbeben helfen nagen, und zuletzt kommen die nachgeborenen Geschlechter der Menschen mit prosaischem Sinn und praktischem Bedürfniß und nützen die Trümmer als Steinbruch aus.

All diese Unbill hat auch Tiryns und hat die Ruine Hissarlik erfahren. Bei Tiryns hat es nichts zu sagen. So wie diese Stätte ist, redet sie deutlich genug; sie ist das unbestrittene Beispiel eines befestigten Herrschersitzes, eines „Anaktenhauses", einer festen Burg aus dem Zeitalter der mykenischen

*) Die Fortführung der Arbeit im Jahre 1893 durch Dörpfeld (auf Kosten von Frau Schliemann) hat zu Ergebnissen geführt, die ich gelegentlich zu besprechen mir vorbehalte.

Digitized by Google

Kultur. Der Kriegsbaumeister und -Geschichtsfreund sagt freilich: Schade, daß keine Spur geblieben ist, wie diese Kyklopenmauern zur Vertheidigung eingerichtet gewesen sind; aber am Charakter des Bauwerkes irre macht das Fehlen der Mauerkrone nicht.

Wenn Boetticher (wie er in einer seiner Streitschriften wirklich droht) Tiryns auch für eine Feuernekropole erklären wollte, so würde er den Kriegs- und Kriegsbaukundigen unbedingt gegen sich haben; Tiryns dokumentirt sich als eine wohl überlegte, den Grundregeln der Vertheidigung entsprechende, der Oertlichkeit trefflich angepaßte fortifikatorische Konzeption.*)

So klar liegen die Dinge im Hügel Hissarlik nicht.**) Unwiderleglich klar gestellt ist hier nichts als Terrassenmauerwerk, streckenweise in zwei-, ja dreimaliger, muthmaßlich dem Bedürfniß der Raumerweiterung dienender Wiederholung; nicht nachgewiesen eine ringsumlaufende Umschließung, vielmehr eine Lücke längs des natürlichen Felshanges an der Nordseite; theilweise nachgewiesen ist eine auf die aus Bruchstein hergestellte Terrassen-, Futter- und Stützmauer gestellte freistehende Mauer aus Luftziegeln; nicht nachgewiesen deren fortifikatorische Bedeutung, denn nirgends ist sie in voller Höhe vorhanden; sie kann also auch eine Einfriedigung zu Kultuszwecken, ein „Peribolos" gewesen sein. Daß Thore, Poternen, Rampen nachgewiesen sind, beweist nichts für den fortifikatorischen Charakter (denn jede Einfriedigung muß Durchgänge haben), ihre große Zahl eher dagegen.

Dieses Urtheil ist kein ablehnendes; nur ein vorsichtig zurückhaltendes. Es wird nicht gesagt: Die Ruine Hissarlik ist nicht die Pergamos oder die Akropolis vom Troja des trojanischen

---

*) Ausgeführt in: „Tiryns, Mykenai und Troja die ältesten Denkmäler der Festungsbaukunst aus dem Heroen-Zeitalter", im Jahrgang 1888 des Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere, Königl. Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn in Berlin.

Von politischer Bedeutung ist Tiryns, aus der Ilias zu schließen, zur Zeit des trojanischen Krieges nicht mehr gewesen; aber als fester Platz muß es in gutem Rufe gestanden haben, denn der Dichter hat das Epitheton „die befestigte", „ummauerte" gewählt (τειχιόεσσα).

**) „Schliemanns Troja" im Jahrgange 1892 der vorgenannten Zeitschrift. „Neuestes über Schliemanns Troja" in Deutsche Bauzeitung vom 6. und 9. 5. 1891.

Digitized by Google

Krieges, sondern nur: sie redet nicht so deutlich, daß sie zur Anerkennung zwingt, sie sei es und könne nichts Anderes sein.

Auch die Ringmauer der Akropolis von Mykene hat an keinem einzigen Punkte ihre volle Höhe bewahrt. Wir haben also kein einziges Zeugniß für die Gestaltung der Mauerkrone der ältesten Festungsmauern.

Dörpfeld, der diese Lücke sehr wohl empfunden hat (er interessirte sich ersichtlich für die fortifikatorische Seite von Tiryns wie von Troja), glaubt doch in Tiryns eine Spur entdeckt zu haben, die ihm das Motiv zu einer Rekonstruktion an die Hand gegeben hat. An einer gewissen Stelle der Haupt-Zugangsrampe, gegenüber dem Haupt-Burgthore (den Propyläen) fanden sich auf dem inneren Mauerrande Steinplatten, so bearbeitet, daß man sie zuversichtlich als Bodenplatten oder Basen für Säulen, d. h. Pfosten oder Stiele von Rundholz ansprechen durfte. Die Folgerung lag nahe, daß hier eine nach innen, d. h. gegen die Propyläen Front machende Säulenhalle gelegen haben möge. Dörpfeld kombinirte damit den Inhalt einer Inschrift, die sich über die Einrichtung ausspricht, die bei Gelegenheit eines späteren Reparatur- und Korrekturbaues an der aus Themistokles' Zeit stammenden Mauer von Athen angeordnet ist, und kam zu der Vorstellung eines überdeckten Vertheidigungsstandes und Wehrganges; im Prinzip derjenigen Mauerkrönung gleich, die sich in europäischen, namentlich auch deutschen mittelalterlichen Städtebefestigungen vielfach ausgeführt findet. Diese Ueberdachung (im Mittelalter und in den nördlicheren Klimaten ein Ziegel- oder Schiefer-Sattel- oder Pultdach; in Tiryns wahrscheinlich den Gebäudedecken und zugleich -Dächern gleiche flach geneigte Plattformen aus dicht gelegten Rundhölzern mit Lehmestrich) ruht binnenseitig auf einem Rahmen oder Holm (Epistyl, Architrav), der die einzelnen Stützen verbindet; außerhalb auf einer Vertheidigungsmauer, die fensterartige Oeffnungen oder Scharten enthielt.

Dieselbe tiryntische Mauerstrecke, auf der jene Säulenbasen gefunden worden sind, aus denen der bedeckte Wehrgang emporgeschossen ist, enthält in ihrem untersten Theile ein wahrhaftes Kasemattenkorps mit Verbindungskorridor! Wenn die sieben Kyklopen aus Lykien, die nach Strabo König Proitos als Werk-

Digitized by Google

meiſter nach Tiryns berufen hat, auch die Kunſt des Wölbens noch nicht entdeckt hatten, ſo haben ſie doch den gleichen Effekt einer maſſiven Raumüberdeckung durch beiderſeits auskragende Schichten, die ſich bis zum endlichen Zuſammentreffen gegeneinander neigen, ſo kühn wie ſinnreich zu erzielen gewußt und damit eine ſolche Findigkeit bewieſen, daß man ihnen unbedingt auch den Dörpfeldſchen bedeckten Wehrgang zutrauen darf. Es iſt nur eine gar zu ſchwache Wurzel — der Fund von ein paar Säulen-Bodenplatten —, aus der dieſe Rekonſtruktion aufgeſproßt iſt.

Daß dieſelbe Mauerbekrönung nachmals auch im Hügel Hiſſarlik aufgewachſen iſt, begreift ſich.

Unſer mykeniſcher Silberſchmied — es iſt Zeit, daß wir von dieſer langen Abſchweifung zu ihm zurückkehren — unterſtützt Herrn Dr. Dörpfeld nicht. Was er uns zeigt, kann nur — das Wahrſcheinlichſte — eine ſimple Brüſtungsmauer auf der dicken Unter- oder Umfaſſungsmauer ſein. Freilich ſind Mauer und Menſchen nicht in demſelben Maßſtabe gezeichnet (eine ganz begreifliche Gepflogenheit nicht nur der älteſten, ſondern viel ſpäterer Künſtler, Menſchen größer als Thiere und Häuſer, Götter größer als Menſchen darzuſtellen; das geiſtig Bedeutſamere durch das Körpermaß); aber daß die Menſchen mit dem Oberkörper die Mauer überragen, dürfen wir gleichwohl als bezeichnend und wahrheitsgemäß auffaſſen. Wir brauchen auch nur an jene Scenen der Ilias zu denken, in denen der Dichter uns unter die von der Mauer Zuſchauenden verſetzt und z. B. Helena die griechiſchen Führer zeigen, benennen und charakteriſiren läßt. Da ſehen wir uns mit jenen wie auf dem Balkon des erſten Ranges im Theater, mit freiem Um- und Ausblick auf das Kampffeld.

Der ſtarke Rundſtab („Kordon" iſt der bei uns übliche fortifikatoriſche Ausdruck) dürfte ſehr ausdrucksvoll hervorheben, daß die Mauer hier mit Deckplatten abgeſchloſſen iſt. Dieſe Anordnung iſt auffallend; die zahlreichen ähnlichen Darſtellungen ägyptiſcher und aſſyro-babyloniſcher Herkunft zeigen — wenn nicht ausnahmslos, doch jedenfalls in überwältigender Majorität — Zinnenkrönung.

Die Mauer unſeres mykeniſchen Reliefs iſt ungeböſcht, in ihrer ganzen Höhe lothrecht. So iſt es auch in Tiryns. Es iſt

Digitized by Google

eigentlich unökonomisch, falls, wie wahrscheinlich, der untere Theil Bekleidungsmauer ist. Dem Erddruck entspricht mit geringerem Materialaufwande der trapezförmige Querschnitt. Aber die lothrechte Mauer ist technisch leichter auszuführen. Man ist geneigt, sie deshalb für die ältere Bauweise zu halten. Die Terrassenmauern von Hissarlik sind sehr stark geböscht; unter 60, selbst bis 45 Grad. So stark geböschte Mauern sind den Einflüssen der Witterung in hohem Grade ausgesetzt und stehen auch an fortifikatorischem Werthe, an Schwerersteiglichkeit gegen die lothrechten zurück.

Die Mauer unseres Reliefs zeigt sehr regelmäßigen Quaderverband (Tsuntas bezeichnet denselben durch *κατ' ισοδομικὸν τρόπον*, „nach der Manier der Steine von gleichem Format"). So vollkommen findet er sich in Tiryns nicht; fast so vollkommen an bevorzugtester Stelle, dem künstlichen Engpaß, der zum Löwenthore von Mykene führt.

Am äußersten rechten Flügel ist der Riß so günstig verlaufen, daß er uns unzweifelhaft ein Stadtthor übrig gelassen hat. Es ist ein lehrreicher Beleg und bestätigt eine der Dörpfeldschen Hypothesen bezw. Rekonstruktionen.

Die Bauplätze, mit denen wir es zu thun haben, boten alle den natürlichen Kalkstein. Nicht durchweg gleich guten. Und die lykischen Kyklopen waren wählerisch. Sie nahmen auf Tiryns nicht, was der Fels unmittelbar bot, sie scheuten den Transport gewaltiger Klötze nicht und holten das festeste Gestein aus der Umgegend.

Man hat damals auch das Brennen des Kalkes bereits entdeckt gehabt und dessen Vortheile erkannt. Sonderbarerweise aber hat man sich begnügt, den gebrannten, gelöschten und zum Teige angerührten Kalk zu einer Art Stuck an den Wänden und zu den Fußboden-Estrichen zu verwenden, nicht als Mörtel und Bindemittel der Steine. Die Aufführung des Mauerwerkes erfolgte in Lehmmörtel. Ich gebrauche das Wort, weil es gebräuchlich ist; eigentlich ist es ungenau. Mörtel soll binden, die Steine aneinander heften, wie der Leim das Holz, der Kitt Stein und Metall verbindet. Lehm füllt nur die Zwischenräume aus, schafft eine Einbettung für den einzelnen Stein, so daß der-

Digitized by Google

ſelbe ſich gegen ſeine Nachbarn nicht mehr ſo leicht verſchieben kann, als wenn er ganz trocken läge.

Daß Bruchſteinmauerwerk in Lehmmörtel, namentlich von kleineren Steinen, und namentlich in dünneren Wänden, im „aufgehenden", d. h. in die Luft emporragenden Mauerwerk nicht ſonderlich geeignet war, Laſten zu tragen, und überdies gegen Stöße empfindlich war, leicht aus- und abbröckelte, — das hat den prähiſtoriſchen Maurern gewiß ſehr bald eingeleuchtet, und ſie verfielen auf den Gedanken, vor derartig geführte Mauertheile Holzpfoſten zu ſetzen. Dieſes nüchterne, rein konſtruktive Motiv iſt typiſch geworden; es klingt wieder in den Anten, Paraſtaden, Säulenhallen ꝛc. der ſpäteren Zeit, die längſt vom Holzbehelfs- zum reinen Maſſivbau übergegangen war. Es tritt uns in urſprünglicher Geſtalt in den Propyläen von Tiryns und in dem Prothyron entgegen, das, wie jene in den äußeren Burghof oder den ſüdlichen Waffenplatz, aus dieſem in den Innenhof, die „Aulee", führt.

Eine andere Anwendung des Motivs hat Dörpfeld auf Hiſſarlik nachgewieſen und erläutert. Ein bei ſpäteren Umbauten kaſſirtes, d. h. außer Gebrauch geſtelltes, aber nicht oder doch nicht ganz abgebrochenes, nur verſchüttetes Thor (der erſten Periode angehörig) führte faſt genau am Südpol der Umfaſſung (im neueſten Plane des Berichtes von 1890 mit F N bezeichnet) auf die Terraſſe. Es war — 40 m lang und muthmaßlich überdeckt —, was man nach heutigem fortifikatoriſchen Sprachgebrauche eine „Poterne" nennen würde. Hier ſtanden vor den Kalkſtein-Seitenwänden 2 bis 2,5 m voneinander entfernt Pfoſten von 20 cm Breite. Sie können nicht auf Steinſockeln oder einer gemeinſamen Schwelle geſtanden haben, ſondern ſind einzeln — wie Zaunſäulen — etwa je 50 cm in die mit Lehmtenne ausgeſchlagene Poternenſohle eingelaſſen geweſen. Vom Holzwerk iſt natürlich keine Spur vorhanden außer etwas Holzkohle und Eindrücken an der Wand. Es iſt alſo wieder ziemlich viel Konjektur bei der Erklärung, aber hier unterſtützt unſer Relief, denn die gleich den Kuliſſen auf der Bühne aneinander gereihten (in der perſpektiſchen Verkürzung ſich deckenden) Pfoſten ſind unverkennbar. Sogar die querüber liegenden Deckbalken ſind deutlich ausgedrückt.

Digitized by Google

Man erkennt das, was der Mineur Thürstöcke und Kappen nennt.

Zwischen Mauer und Thor kommt nun aber noch ein Mitteltheil, der zu rathen giebt. Auf den ersten Blick ist man unbedingt geneigt, diese Gebilde für zwei neben- bezw. hintereinander stehende, vierseitige Thürme (πύργος) zu erklären.*) Das dichte Neben-, ja fast Ineinandergeschobene erregt kein Bedenken; die Beschränktheit des Raumes erklärt es, das Gesetz der perspektivischen Verkürzung rechtfertigt es sogar; man kann sich zwischen den beiden Thürmen eine beliebig lange Mauerfront vorstellen, von der nur die vertretenden Thürme nichts merken lassen.

Das Auffallendste an den fraglichen Gebilden ist die Theilung der Höhe nach. Man kann sich des Eindrucks nicht entschlagen, daß der Künstler Mehrstöckigkeit hat ausdrücken wollen. Nicht nur hat er ganz deutlich durch Querlinien Band- oder Gurtgesimse angedeutet, er hat auch die dadurch gebildeten Abschnitte bei dem zunächst am Thore stehenden deutlich abgestuft, d. h. jedes höhere gegen das darunter liegende etwas zurücktreten lassen. Die einzelnen Felder oder Etagen sind noch mit Strichen gleich römischen III oder IIII versehen, womit doch füglich nichts Anderes als die Andeutung von Oeffnungen bezweckt sein kann.

Auffallend ist noch, daß die Flächen durchaus, bis herunter auf das abhängige Gelände, anders behandelt sind als der zuerst besprochene Mauertheil. Von dem an diesem sorgfältig ausgedrückten Quaderverbande zeigen sie keine Spur. Die Zeichnung hat einen durch feine Punktirung hergestellten gleichmäßigen Ton; wahrscheinlich ist dies dem Originale nachgeahmt, wo die Punkte der Zeichnung kleine Vertiefungen sein mögen. Es ist dies daraus zu schließen, daß Tsuntas, dem doch das Original vorlag, großes Gewicht auf die in Rede stehende Verschiedenheit der Flächendarstellung legt und sehr zuversichtlich folgert, der Künstler habe

*) Von Einzelthürmen als vorgeschobenen festen Posten im Außenfelde zur Beherbergung kleiner Wach- und Beobachtungstrupps — modern bezeichnet: Gendarmeriekasernen — liefert die Umgebung von Mykene sehr lehrreiche Beispiele. Steffen hat hier sehr gut beobachtet. Solcher Einzelthurm hieß „Phrurion", d. h. Warte, Wachposten.

Digitized

zweierlei Bauweisen kennzeichnen wollen. Im Gegensatze zu dem soliden Quaderwerk habe die gemeine Bauart aus kleineren Steinen mit Verputz aus Lehmmörtel (nachgewiesener tiryntischer Stil; bei den Wohnungsräumen angewendet) dargestellt werden sollen.*)

Mehrstöckigen Thürmen eine erheblich weniger solide Herstellungsweise zuzuerkennen als der einfachen Mauer, ist freilich widersinnig; es ist daher nur konsequent, wenn Tsuntas weiter schließt, man habe die fraglichen Gebilde vielleicht gar nicht als Thürme zu betrachten, „sondern als die Häuser der Stadt, die wegen des unebenen Bodens und infolge der Unbeholfenheit des Künstlers übereinander zu liegen scheinen, während sie in Wirklichkeit hintereinander und einander überhöhend liegen". Tsuntas scheint an den mehreren Stockwerken**) Anstoß genommen zu haben. Laut Schliemann-Dörpfeld ist an solchen nicht zu zweifeln. In Bezug auf Troja folge ich ihrer, wie mich dünkt hier doch allzu lebhaften Phantasie nicht, aber in Tiryns seh' ich mit ihnen in der Südwestecke willig einen mehrstöckigen Thurm auf Grund ihrer Behauptung, der hier im Innern angehäufte Brandschutt sei von solcher Mächtigkeit, daß er unmöglich von einer einzigen Balkendecke erzeugt sein könne. Bei Tiryns läßt sich diese Folgerung hören, denn hier ist wahrscheinlich an dem, was der Zerstörungsbrand angerichtet hat, nachmals nichts mehr geändert worden; auf und in dem Hügel Hissarlik dagegen, wo im Flusse der Zeiten ein Geschlecht das andere abgelöst und jedes die von den Vorgängern hinterlassenen Trümmer sich zurecht geglättet hat, kann man die Mächtigkeit des Brandschuttes oder des Schuttes überhaupt nicht als Maßstab für die einstige Höhe des Bauwerkes gelten lassen.

Ich habe das Silberrelief von Mykene lange darauf hin betrachtet, ob ich mich zur Thurmhypothese oder zu Tsuntas' übereinander gestaffelten Stadthäusern bekennen solle; ich habe zu

---

*) ἡ ἐπιφάνεια τῶν εἶναι ἐνιαία.

**) Die von ihm gebrauchte Bezeichnung πατώματα hat selbst Passow nicht, geschweige die kürzer gefaßten Schul-Wörterbücher. Nur ein neugriechisches gab Auskunft und bestätigte, was aus dem Zusammenhange zu errathen gewesen war.

Digitized by Google

keinem Entſchluſſe kommen können. So ſcheide ich denn — wie es ja in ſolchen Dingen das Gewöhnliche iſt — vom Leſer mit einem Fragezeichen. Aber im Uebrigen iſt doch recht viel Poſitives gewonnen, und die Alterthumswiſſenſchaft — auch die hier insbeſondere vertretene Kriegs- und Kriegsbaugeſchichte — iſt dem Nachfolger und Ergänzer Schliemanns für die lebensvolle Scene aus dem Feſtungskriege — es kann recht wohl der trojaniſche gemeint ſein — zu Dank verpflichtet.

G. Schröder.

Digitized by Google

II.

Zur Moltke-Literatur.

Von

G. Schröder.

1.

Briefe über Zustände und Begebenheiten in der Türkei aus den Jahren 1835 bis 1839. Von Helmuth v. Moltke, Hauptmann im Generalstabe ꝛc. 6. Auflage. Eingeleitet und mit Anmerkungen versehen von Prof. Dr. Hirschfeld. Königliche Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn in Berlin, 1893. Geh. M. 9,00; gebd. M. 10,75.

Moltke und Mühlbach zusammen unter dem Halbmonde 1837 bis 1839. Geschichte der Sendung preußischer Offiziere nach der Türkei 1837, des Kurdenfeldzuges 1838 und des syrischen Krieges 1839. Von Reinhold Wagner, Oberstlieutenant a. D Berlin 1893. A. Bath. Preis M. 9,—.

Es sind hier zwei Werke zusammengestellt, die rein äußerlich, geschäftlich — wie schon aus den verschiedenen Verlagsfirmen ersichtlich — nichts miteinander gemein haben, aber inhaltlich in so hohem Maße zusammengehörig sind, daß es geboten erscheint, sie gemeinsam kritisch zu besprechen. Wer das eine liest, muß nothwendig auch das andere lesen, und lesen muß sie Jeder, der für Kriegs-, politische und Kulturgeschichte Sinn hat, und — selbstredend — Interesse an Moltke, dem Schriftsteller.

Die „Türkischen Briefe" hat Moltke selbst bald nach seiner Rückkehr (1841) herausgegeben und für diese Veröffentlichung gesammelt, geordnet und redigirt; hier und da, der Vervollständigung wegen, einen fingirten Brief einschiebend, um eine und die andere zur Sache gehörige Schilderung ergänzend und künstlerisch harmonisch einzuordnen. Sein Lehrer Karl Ritter schrieb ihm

Digitized by

eine sehr anerkennende Einleitung. Aber weder der Werth der Arbeit noch die Empfehlung haben dem Werke zunächst Anerkennung, ja kaum Beachtung verschafft; erst ein Menschenalter später, als die Welt in Moltke den hervorragenden Strategen und erfolgreichen Kriegsleiter erkannt hatte, kam auch der Schriftsteller zur Geltung. Noch bei Lebzeiten des General-Feldmarschalls hatten die „Türkischen Briefe" es bis zur 5. Auflage gebracht. Aber abgesehen von einer der fünften beigegebenen Karte über Moltkes Generalstabsreisen und Kriegsmärsche in Kleinasien zwischen Samsun, Konija und Mossul unterscheiden sich die 2. bis 5. Auflage von der ersten durch nichts als die laufende Nummer und die Jahreszahl des Erscheinens.

Da die „Türkischen Briefe", die heute wohl unbestritteu für Moltkes schriftstellerisch — inhaltlich wie stilistisch — größte Leistung vom allgemeinsten Interesse und das große Publikum am meisten ansprechend angesehen werden, ihren eigenen Weg gemacht und es bis zur 5. Auflage gebracht hatten, wurden sie ursprünglich in den Plan für die alsbald nach Moltkes Tode beschlossenen „Gesammelten Schriften und Denkwürdigkeiten" nicht aufgenommen. Mit sieben stattlichen, in schneller Folge erschienenen Bänden galt dieses literarische Denkmal für vollendet.

Die 6. Auflage ist aber nun doch so eingerichtet worden, daß sie — nach Belieben des Käufers — als Werk für sich oder auch als 8. Band der „Gesammelten Schriften ꝛc." zu beziehen ist.

Viel bedeutsamer als diese auf das Titelblatt sich beschränkende Neuerung ist die Erweiterung des alten Werkes durch die Einleitung und die Anmerkungen des Königsberger ordentlichen Universitätsprofessors Dr. Hirschfeld, eines Gelehrten, der in amtlichem Auftrage wie aus eigenem Antriebe Kleinasien bereist hat und die Levante genau kennt. Ebenso genau kennt er Moltke als Schriftsteller und bewundert und verehrt in ihm einen Stilisten, den er keinem Geringeren gleichstellt als Goethe in „Dichtung und Wahrheit" und der „Italienischen Reise".

Während an dem, was Moltke in den „Türkischen Briefen" gegeben hatte, nichts zu ändern war, blieb doch für den 50 Jahre späteren Leser selbstverständlich Vieles ergänzungsbedürftig. So vor Allem das Zeit-, das Tagesgeschichtliche, das den Empfängern der Briefe geläufig war, uns Heutigen aber — selbst denen, die 1840 schon zeitungsmündig waren — nicht mehr gegen-

Digitized by

wärtig, über so vielem und größerem Neuen aus dem Gedächtniß gekommen, den Jüngeren überhaupt nicht bekannt geworden ist. Ferner lassen die Briefe kaum ahnen, geschweige klar erkennen, wie es gekommen ist, daß aus einer Urlaubs- und Studienreise eines aktiven preußischen Generalstabs-Hauptmanns ein vierjähriges dienstliches Abkommandiren zum Vortheil der türkischen Kriegsverwaltung geworden ist.

Darüber hatte sich Moltke auch seinen Angehörigen gegenüber nicht ausgesprochen, weil ihm dienstlich die größte Vorsicht und Zurückhaltung auferlegt war. Spannung zwischen den Völkern, später zwischen den Kabinetten hat es in Europa immer gegeben; Spannungen, die gelegentlich so stark wurden, daß das politische Netz irgendwo platzte. Seit Napoleons I. Sturz und dem Wiener Kongreß waren die „fünf Großmächte" die Grundform und die bestimmenden Kräfte der europäischen Politik, deren eine Hoffmann von Fallersleben in einem seiner unpolitischen Lieder (die so unpolitisch waren, daß sie ihm seine Breslauer Universitätsprofessur gekostet haben) mit dem „fünften Rad am Wagen" verglich! Die „Türkischen Briefe" waren noch nicht lange erschienen, als Hoffmann dieses unpolitische Lied sang.

In dieser Epoche europäischer Politik, türkischer Reformbestrebungen und ägyptischer Umtriebe machen uns Moltkes Briefe wenig heimisch. Da hilft Hirschfeld nach; in größerem Maße aber Wagner.

Als größtes Verdienst eines Stilisten gilt mit Recht, daß er seine Gedanken nicht nur in wohlgesetzten, sondern in den jeweilig besten, d. h. treffendsten, prägnantesten Worten ausprägt. Dies rühmt Prof. Hirschfeld vornehmlich an Moltke und belegt es durch den Nachweis, daß sich trotz Verschiedenheit von Ort, Zeit und Gelegenheit gleiche Gedanken in gleiche oder doch sehr ähnliche Worte gefaßt finden. Das Nachweisen von Parallelstellen hat bisweilen einen kleinen Stich ins Pedantische,*) aber das schadet ja dem Leser nichts; dieser hat den bequemen Genuß am Gefundenen; die Mühe des Suchens hat ihm Hirschfeld gespart. (Vergl. S. XVII der Einleitung.)

In einem besonderen Abschnitte: „Die Bearbeitung der Türkischen Briefe durch Moltke" (S. XXI u. f.) läßt uns Prof.

*) Vergl. z. B. die Fußnote auf S. XVIII.

Digitized by Google

Hirschfeld sozusagen einen Blick in die Werkstatt des Sprachkünstlers und geschickten Redakteurs thun, als den er Moltke, wie bereits hervorgehoben, neben Goethe stellt.

Auch der folgende Abschnitt (S. XXXI u. f.): „Moltke in den Türkischen Briefen" ist sehr lesenswerth und lehrreich.

Auf knapp neun Seiten (LXIX bis LXXVII der Einleitung) giebt Prof. Hirschfeld eine „Zeittafel zu Moltkes Aufenthalt in der Türkei". Zu deren Zusammenstellung sind nicht nur die Türkischen Briefe und die sieben Bände der gesammelten Schriften, sondern noch andere Quellen — im Ganzen elf — benutzt worden; darunter solche, die für Andere schwer oder gar nicht zugänglich gewesen wären, wie das geheime Staatsarchiv und die Akten des großen Generalstabes. Ein gewaltiges Maß von Fleiß und Mühe ist hier aufgewendet, um dem Leser müheloſen Genuß, Ein- und Uebersicht zu verschaffen.

Gleiches gilt von den letzten 12 Seiten des Werkes (535 bis 546), dem „Verzeichniß aller Namen und der wichtigsten Gegenstände".

An der Spitze desselben sind einige „türkische Bezeichnungen" — nämlich geographisch-topographische — zusammengestellt, wofür nicht nur der Leser der „Türkischen Briefe", sondern alle Karten- und Zeitungsleser dankbar sein können. Vielleicht hätten deren noch einige angeführt sein können, um vielgenannte Oertlichkeitsbezeichnungen zu erläutern, z. B. „Kum = Sand" (wegen Kum-Kaleh — Sand-Fort —, dem ersten Dardanellenschlosse auf asiatischer Seite an der westlichen Einfahrt aus dem ägeischen Meere). Desgleichen „Baschi = Haupt" (wegen Bunar-Baschi = Quellenhaupt). Etwa noch „Lik = Werk oder Anlage" (wegen Hissarlik = Befestigungswerk oder -anlage). „Kale" und „Tepe" würden wohl besser mit h am Ende (oder mit é) geschrieben, um den Leser auf die richtige Betonung (der Endsilbe) hinzuweisen (wie es, beiläufig bemerkt, gerathen ist, „Fermân" (oder Firmân) zu schreiben, da der Deutsche geneigt ist, die erste Silbe zu betonen).

Wenden wir uns jetzt von den „Türkischen Briefen" zu „Moltke und Mühlbach"!

Es wäre interessant, zu wissen, ob und inwieweit ein Kausalitäts- oder Abhängigkeits-Verhältniß zwischen den beiden Erscheinungen obwaltet. Es wurde gleich im Eingange bemerkt,

Digitized by Google

daß wir beider bedürfen, und wir haben uns zu freuen, daß wir beide beſitzen. Da wir uns freuen, möchten wir aber auch dankbar ſein; aber wem am meiſten?

Bezüglich des Erſcheinens auf dem Büchermarkte hat Wagner ſechs Monate Vorſprung (Mai gegen November); den Plan zu ſeinem Ergänzungswerke gefaßt hat er ſpäteſtens, ſobald er überſehen konnte, was die ſieben Bände der „Geſammelten Schriften" zu dem ihm ſelbſtredend längſt bekannten Inhalte der „Türkiſchen Briefe" hinzufügen würden in Bezug auf die „Geſchichte der Sendung von vier preußiſchen Offizieren nach der Türkei 1837".

Wagner ſagt im Vorwort: „Moltkes türkiſche Lebensperiode hat, ſeit er berühmt geworden, beſonderes Intereſſe erregt. Dennoch giebt es noch keine genügende Darſtellung derſelben." Er ſchrieb das im März 1892; er hat demnach zur Zeit unverkennbar noch keine Kenntniß davon gehabt, wie nahe bevorſtehend die ſechſte Auflage der „Türkiſchen Briefe" und in welchem Maße erweitert dieſelbe geplant war. Profeſſor Hirſchfeld ſagt in ſeinem Vorwort — 5 Monate nach dem Wagnerſchen geſchrieben: „Als nach Moltkes Tode ſein literariſcher Nachlaß erſchloſſen, als es möglich wurde, die Einſicht in die ſchriftſtelleriſchen und menſchlichen Eigenſchaften, welche vor Allem die Türkiſchen Briefe bezeugen, noch zu bereichern und zu vertiefen, da hat es den Herausgeber aufs Höchſte angezogen, immer aufs Neue ſolcher vergleichenden Betrachtung jener Briefe ſich hinzugeben. Aus dieſem zunächſt rein perſönlichen Verhältniſſe iſt allmählich die vorliegende Ausgabe hervorgewachſen."

Aus den mitgetheilten beiden Rechenſchaftsbruchſtücken dürfen wir wohl ſchließen, daß Wagner und Hirſchfeld, Jeder für ſich und ohne Einer vom Anderen zu wiſſen, ans Werk gegangen ſind. Da Wagner ein ſelbſtändiges Werk plante, ſo iſt der weitere Geſchäftsgang ſeinerſeits klar und einleuchtend; wie und wann die „zunächſt rein perſönlichen Verhältniſſe" des Königsberger Gelehrten ſich zur Herausgeberſchaft der ſechſten Auflage erweitert haben — dafür fehlt uns das Mittel- und Uebergangsglied.

Beide Schriftſteller geben zu verſtehen, daß die „Türkiſchen Briefe" ihnen ergänzungsbedürftig erſchienen ſind; Wagner ſagt es direkt, knapp und — etwas herb: „ſie laſſen als hiſtoriſch-biographiſche Quelle in mancher Hinſicht zu wünſchen übrig."

Digitized by

„Im Dunkeln bleibt nicht nur die Vorgeschichte des Kommandos, sondern auch der politische Hintergrund desselben, sowie der Sendung von noch drei anderen Offizieren: v. Vincke, Fischer und v. Mühlbach.“ Und mehr dergleichen. Wir wollen Niemandem das Lesen beider Werke ersparen; im Gegentheil, wir empfehlen es dringend.

Sätze wie die angeführten, und was Wagner im Verfolg namentlich auf Seite VI und VII seines Vorwortes schreibt, haben ersichtlich auf Prof. Hirschfeld einen sympathischen Eindruck nicht gemacht.*) „Soeben“, schreibt derselbe in einer in sein Manuskript nachträglich eingeschalteten Fußnote auf Seite XVI, „soeben, nachdem die vorliegende Ausgabe im großen Ganzen abgeschlossen war, sind auch die Aufzeichnungen des vierten preußischen Offiziers, des Ingenieurhauptmanns v. Mühlbach, verarbeitet worden unter dem Titel“ (folgt derselbe). Dann heißt es weiter: „Hätte es nur dem Verfasser gefallen, seine Quellen deutlich von seinen eigenen und anderen Ausführungen zu trennen, und hätte es ihm nicht gefallen, an allen nur möglichen Stellen einem Gegensatz zu Moltke mehr oder weniger offenen Ausdruck zu geben, einem Gegensatz, der doch dazu führen muß, den Helden des Verfassers noch einmal eingehender zu betrachten.“*)

Trotz der nahen Verwandtschaft der schriftstellerischen Aufgaben, die sie sich gestellt hatten, sind Wagner und Hirschfeld keine Konkurrenten; ihre Programme waren verschieden. Nicht weil sie um den Preis der besten Lösung der gleichen Aufgabe rangen, sondern weil sie ihrem Programm gemäß verschiedene Helden für ihre historische Darstellung hatten, ergaben sich Differenzen zwischen ihnen. Es ist ganz natürlich, daß derjenige, der zuerst vom Anderen hörte, zuerst die Differenzen empfunden und dieselben zum Ausdruck gebracht hat. Hätte

*) Man vergleiche auch Stellen wie Seite 215, 229 und 230, 254, 258, 278 (hier namentlich die dritte Fußnote: „Sehr auffallende Meinung“). Mit Seite VII bei Wagner vergleiche den direkten Widerspruch Hirschfelds in der Fußnote auf dessen Seite XVIII und diejenige auf Seite XIX. Am schärfsten widerspricht Hirschfeld in der Fußnote auf Seite XXXIII, allerdings ohne dabei Wagner zu nennen; aber keinem aufmerksamen Leser kann es entgehen, daß der Vorwurf der „tendenziösen Darstellung“ auf Wagners Seite 254 u. f. geht. Vergl. auch die Fußnote Seite LV.

Digitized by Google

Wagner von der Hirschfeldschen Arbeit zu einer Zeit Kenntniß erhalten, wo die seinige noch nicht vom „Setzer" an den „Metteur" abgeliefert war und es behufs Hinzufügungen des umständlichen und kostspieligen „Umbrechens" noch nicht bedurfte, so hätte er *seinerseits* vielleicht nachträglich Fußnoten ähnlicher Art verfaßt wie die in der letzten diesseitigen aufgezählten Hirschfeldschen.

Moltke hatte — nicht nur, wie er seine „Türkischen Briefe" an verschiedene Adressen verfaßte und in die Heimath expedirte, sondern auch als er nach der Heimkehr den Plan faßte, dieselben geordnet, ergänzt, künstlerisch abgerundet in Druck zu geben — *nicht* die Absicht, eine Geschichte der *vier* 1837 bis 1839 in die Türkei kommandirten preußischen Offiziere zu liefern, sondern nur ein kriegs-, politisch-kulturhistorisches Bild von den Zuständen und Begebenheiten in der Türkei aus den Jahren 1835 bis 1839 nach eigener Wahrnehmung. Demzufolge war es durchaus natürlich, daß der drei Kameraden nur nebensächlich und verhältnißmäßig selten Erwähnung geschieht. Aber *ausnahmslos* geschieht das nicht anders als mit *Anerkennung*, *Wärme*, *Herzlichkeit*.

Wenn wir es uns recht überlegen, hätte Wagner, falls ihm Hirschfeld auf dem Büchermarkt zuvorgekommen wäre, kaum Gelegenheit gehabt oder gesucht, so polemische Fußnoten zu schreiben wie jene, zu denen Hirschfeld sich gedrungen gefühlt hat! Daß Wagner das Bild des Verhältnisses Moltkes zu seinen drei Schicksalsgefährten nicht hat trüben wollen, bezeugt wohl der Beginn seiner Darstellung, deren erste zwei Seiten er „Prosceniun" (warum nicht gemeinverständlicher „Prolog"?) überschrieben hat: „Am 27. August 1837 stand ein Franke auf dem Thurme von Galata zu Konstantinopel" . . . . „Nichts aber fesselt den Blick des Franken so sehr wie eine kleine schwarze Rauchwolke am blendenden Horizonte des Meeres, die immer näher kommt und sich zuletzt in ein breites Dampfschiff verwandelt" . . . „Hauptmann v. Moltke war es, der das Schiff sehnsüchtig erwartet hatte" . . . „Froh empfing er die drei Kameraden, die Mahmud II. von König Friedrich Wilhelm III. erbeten."

Wagner wollte die Geschichte der Sendung der *vier* Offiziere schreiben, aber das historisch-biographische Material war nicht ausgiebig und gleichmäßig genug zu beschaffen. Darum stellte er seinen *ersten* Zweck gleichwohl sozusagen ins *zweite* Glied und wählte für den Haupttheil des Titels „Moltke und Mühlbach".

Digitized by

Auf Grund seines Materials wurde aber doch für ihn ganz von selbst Mühlbach zur Hauptperson. Aber nur zur Hauptperson in seinem Buche! Daß er solche in Wirklichkeit, in Bezug auf Erlebnisse und Leistungen gewesen sei, daß er die erste Geige im Quartett gespielt habe — das behauptet Wagner von Mühlbach nicht!

Indem Wagner in der Einleitung Rechenschaft von den benutzten Quellen giebt, sagt er, nachdem er auf die gedruckten hingewiesen hat: „Wichtiger war es, noch ungedruckte zu ermitteln, die am ehesten im Kriegsarchiv des Generalstabes und im Nachlaß der drei mit Moltke in der Türkei gewesenen Offiziere zu vermuthen waren. Auf Ersteres für meine Arbeit zu rechnen, wäre wenigstens eine Erschwerung derselben gewesen." Der letzte Satz ist dunkel; wenn wir aber auch nicht erfahren warum, so glauben wir doch schließen zu dürfen, daß Wagner da nicht angeklopft hat, wo es nachmals Hirschfeld mit gutem Nutzen für seine „Zeittafel" gethan hat. Es existiren allerdings dienstliche Berichte von Moltke, Vincke und Fischer — alle Drei damals dem Generalstabe angehörig (Fischer war vorher und nachher Ingenieur) — in dessen Akten;*) entsprechende Berichte des Vierten, des Ingenieurhauptmanns v. Mühlbach, waren in den Akten der Generalinspektion des Ingenieurkorps zu vermuthen.

---

*) Der Beurtheiler des Wagnerschen Buches in der Militär-Literatur-Zeitung (Nr. 13 vom Oktober 1893) bemerkt, der Inhalt reiche nicht aus, um den Titelzusatz „Geschichte der Sendung preußischer Offiziere nach der Türkei" zu rechtfertigen, und schreibt dann wörtlich:

„Ueber Mühlbach wird freilich nicht viel Neues mehr zu sagen sein, aber die wirkliche Geschichte der Sendung der drei preußischen Generalstabsoffiziere ist noch zu schreiben, und sie kann nur geschrieben werden, wenn man die im Kriegsarchiv des Generalstabes ruhenden Berichte und Denkschriften von Fischer, Moltke und Vincke sowie die Briefe Vinckes an Fischer verarbeitet. Wir sind der Ansicht, daß es dem Generalstabe, der die militärischen Werke des Feldmarschalls herausgiebt, zusteht, und daß er sicherlich auch gesonnen ist, seinerzeit diese Arbeit zu unternehmen, die dann allerdings bei vollständiger Ausnutzung alles Quellenmaterials dazu gelangen muß, die geniale Persönlichkeit Moltkes so zu würdigen, wie es, noch mitten in den Ereignissen stehend, neidlos der bedeutendste seiner damaligen Kameraden, der Freiherr v. Vincke, mit dem Worte: »Moltke hat sich in allen Ver-

„So blieben nur noch" — lesen wir ferner in Wagners Einleitung — „die Mühlbachschen Papiere zu berücksichtigen; dies jedoch um so mehr, als sie bei der Herausgabe der »Gesammelten Schriften« allem Anscheine nach ganz unbeachtet gelassen waren — was sich denn auch bestätigt hat." Mit dieser Bemerkung steht anscheinend die Thatsache im Widerspruch, daß Prof. Hirschfeld unter den Quellen für seine „Zeittafel" auch „Mühlbachs Briefe und Berichte an General Aster" aufzählt.

Ohne Zweifel hat Wagner das Verdienst, „Mühlbachs Briefe und Berichte an General Aster" wenn nicht ausgegraben, so doch verwerthet zu haben. Daß die Redaktion der „Gesammelten Schriften" ihm darin nicht zuvorgekommen ist, wird man derselben jedoch nicht zum Vorwurf machen, wenn man erwägt, daß nach dem ursprünglichen Plane die „Türkischen Briefe" von der Sammlung ausgeschlossen waren; für das aber, was die „Gesammelten Schriften" bringen sollten, konnte von Mühlbachschen Schriften Bereicherung nicht vermuthet werden. Mühlbach ist eine bedeutende Persönlichkeit gewesen; von ihr und deren Leistungen auf militärischem Gebiete giebt die authentische biographische Skizze Wagners (Seite 304 u. f.) ein deutliches Bild. Aber Mühlbach ist bereits 1848 gestorben; für das heutige preußische Ingenieur- und Pionierkorps, bis in dessen höchste Spitzen hinauf,

---

hältnissen wie ein chevalier sans peur et sans reproche und wie ein umsichtiger, thätiger und besonnener Generalstabsoffizier benommen« gethan hat — ein Wort, das, wenn es der Herr Verfasser gekannt hätte, sicherlich seine Werthabschätzung zwischen Moltkes und Mühlbachs Verdiensten ins Rechte gerückt haben würde."

Da das angeführte Urtheil v. Vinckes — nach des Rezensenten eigenem Hinweise — in „Gesammelten Schriften V, 156" zu finden ist, so sollte man meinen, Wagner werde es gekannt haben.

Daß der Rezensent mit der „Werthabschätzung zwischen Moltkes und Mühlbachs Verdiensten", wie er sie bei Wagner voraussetzen zu müssen glaubt, ebenso wenig zufrieden ist wie Professor Hirschfeld, versteht sich von selbst, falls Wagner die bei ihm vermuthete Tendenz gehabt haben sollte!

Das quasi-Versprechen, die „Geschichte der Sendung 2c." werde schon noch geschrieben werden, wird gewiß allgemein Freude gemacht haben, ohne Zweifel auch dem Oberstlieutenant Wagner.

Digitized by Google

gehört er der Vergangenheit an; es ist Niemand mehr im aktiven Dienste, der demselben noch mit Mühlbach zusammen angehört hätte; es darf nicht Wunder nehmen, wenn vor dem Erscheinen des Wagnerschen Buches von Mühlbach in weiteren Leserkreisen nichts weiter bekannt war, als was aus den „Türkischen Briefen" über ihn zu erfahren gewesen war.

Wagners Buch hat Aufsehen gemacht, hat großen Anklang gefunden, dem Verfasser das Lob eines tüchtigen Historikers eingetragen und eingehende, anerkennende Besprechungen in vielen und verschiedenartigen Zeitungen und Zeitschriften für Militär und Civil erfahren. Darunter auch in der Nationalzeitung (Morgenausgabe vom 31. Mai 1893, Feuilleton). „Die hinterlassenen Papiere Mühlbachs" lautet die Ueberschrift des Artikels, und sein Anfang: „Wer war Mühlbach?" Für den Referenten bis dahin eine völlig unbekannte Größe. Aber die neue Bekanntschaft ist ihm sehr sympathisch. Von den sieben Bänden „Gesammelte Schriften" wird bemerkt: „Nächst »Rembrandt als Erzieher« vielleicht das gelesenste deutsche Werk." „Es konnte nicht ausbleiben, daß sich in das Werk einige Unrichtigkeiten, sagen wir »Fingerfehler«, einschlichen, welche zu beseitigen erst einer kontrolirenden Forschung anheimfallen würde." „Lag es nun auch augenscheinlich nicht in der Absicht des Herausgebers, mehr zu bieten als »Moltkes Nachlaß«, so mußte gerade dieser Umstand zu weiteren Forschungen anregen." Der ganze Artikel ist so gehalten, daß zwar Moltke nicht in Schatten gestellt wird, aber doch Mühlbach voran steht; selbstverständlich in dem oben bezeichneten Sinne: im Wagnerschen Buche, als dessen meist ausgeführte Hauptgestalt voran steht.

Der Leser wolle nicht vergessen, daß es ein Kritiker der Nationalzeitung gewesen ist, der die wiedergegebenen Bemerkungen gemacht und sie zu verantworten hat; Wagner hat damit nichts zu thun, und es ist sehr fraglich, ob ihm derartige Anerkennung erwünscht gewesen ist. Daß sie ihm hier und da geschadet hat, ist sogar nicht unwahrscheinlich.

Man wolle übrigens gelegentlich sich daran erinnern, daß Mühlbach dem Lebensalter nach Moltke um 5 Jahre und dem Hauptmannspatente nach um 17 Jahre voraus war,

Digitized by Google

als Beide dem Oberbefehlshaber der Taurus-Armee, Hafis Pascha,*) als „Müsteschar", d. h. „Rathgeber", thatsächlich als Ingenieur- bezw. Generalstabschef zugeordnet waren! Sollte also etwa Hafis Pascha das Wagnersche Buch — falls er es erlebt hätte — „Mühlbach und Moltke unter dem Halbmonde" betitelt haben, so wäre das nach Lebens- und Dienstalter im Jahre 1839 durchaus korrekt gewesen. Ebenso korrekt aber war es, daß Wagner im Jahre 1893 „Moltke und Mühlbach" rangirt hat. Liegt aber in dieser Titelwahl nicht das Anerkenntniß, daß auch Wagner und auch für jene Frühzeit den beiden Persönlichkeiten gegenüber richtige Werthabschätzung hat walten lassen?

---

*) Warum wird beharrlich „Hafiz" geschrieben? Die Sprachgelehrten der Kulturvölker haben sich allerdings über ein sogenanntes „Standardalphabet" geeinigt (und zwar auf Anregung und wesentlich nach den Vorschlägen von Lepsius), und in diesem ist z (das Linguistenalphabet hat die lateinischen Buchstaben) das weiche s, während s immer scharf zu sprechen ist. Der Grund, der den deutschen Gelehrten bewogen hat, wieder einmal deutsch-bescheiden zu sein, war die Erwägung, daß die Engländer und Franzosen z und s wie angegeben gebrauchen; da gebührte es sich, daß der Deutsche sein z ignorirte. Allerdings hatte Lepsius auch einen linguistischen Grund: Unser z (oder der Slaven c) ist kein einfacher Laut, sondern = ts oder ds; so kann man ja denn auch schreiben. Dann ist freilich z disponibel.

Aber wie Viele aus dem großen Lesepublikum wissen denn etwas von dem Linguistenalphabet? Selbst die meisten Zeitungsschreiber nicht! Oder wenigstens kümmern sie sich nicht darum. Und sie thun Recht daran. Wer ein sprachwissenschaftliches Werk schreibt, mag sich des Linguistenalphabets bedienen; wer aber populär deutsch für Deutsche schreibt, der bediene sich des deutschen Alphabets.

Es ist schon ziemlich allgemein geworden, „Sansibar" zu schreiben, bisweilen auch schon „Sulu". Genau dahin gehört „Hafis". Nebenbei bemerkt: Aehnlich wie mit z verhält es sich mit y. Bei den Engländern und Franzosen ist y das deutsche j, deshalb ist für den j-Laut das lateinische y gewählt. Um das französische j zu bezeichnen, hat man bei dem slavischen (österreichisch-offiziell-slavischen) Alphabet eine Anleihe gemacht: ž, desgleichen š = sch, č = tsch. Vielleicht werden wir noch einmal so bescheiden, daß wir unser bisheriges deutsches Alphabet ganz aufgeben; solange aber das Standardalphabet noch nicht in der Volksschule gelehrt wird, sollten wir unser angestammtes respektiren.

Digitized by Google

In Nr. 109 der „Deutschen Nachrichten", einer autographirten Korrespondenz, die über hundert jener Zeitungen speist, die es nicht dazu haben, einen echten und gerechten Chefredakteur zu besolden, und die sich daher mit einem „Scheerenredakteur" begnügen, der nicht viel Geist braucht und kein großes Honorar beansprucht, wird hervorgehoben, daß die Mühlbachschen Dokumente im Archiv der Generalinspektion des Ingenieurkorps ꝛc. geruht hätten, Dokumente, „die zu manchen Berichtigungen der Moltkeschen Publikationen führten".

Die Deutsche Heereszeitung vom 27. Mai 1893 lobte, „daß der Mühlbachsche Nachlaß die Aufzeichnungen Moltkes in wesentlichen Punkten zu ergänzen und in Bezug auf manche Zeitangaben zu berichtigen gestattet."

Andere Blätter (z. B. die Hamburger Nachrichten, Morgenausgabe vom 21. Mai; die Allgemeine Militär-Zeitung, Darmstadt vom 27. Mai 1893) sahen dagegen über Mühlbach so ziemlich hinweg und faßten Wagners Buch als Huldigung für Moltke auf. „Die türkische Episode im Leben Moltkes" war das Feuilleton der Hamburger Nachrichten betitelt. Von Wagners Ausführungen heißt es, „daß in ihnen nicht selten das Bild des Helden in blitzartigem Aufleuchten wie von einer Aureole seiner künftigen Größe umgeben erscheint".

Die Darmstädter Allgemeine schreibt: „Jede neue Forschung, die uns aus dem Leben Moltkes etwas noch Unbekanntes vorführt, darf von vornherein der allgemeinsten Sympathie gewiß sein." Wagners Arbeit heißt „eine werthvolle Ergänzung der Lebensbeschreibung des großen Feldmarschalls Grafen v. Moltke, dann aber auch ein willkommener Beitrag zur Geschichte des Kurdenfeldzuges von 1838 und des syrischen Krieges von 1839".

Preßstimmen, wie die beiden letzterwähnten, müssen Wagner besonders wohlthuend berühren; jetzt besonders, nachdem ihm Professor Hirschfeld seine zornigen Fußnoten anzuhören gegeben hat.

Vielleicht ist inzwischen der erste Zorn verraucht, oder er giebt sich bis dahin, wo es Zeit zur siebenten Auflage der „Türkischen Briefe" sein wird. Vielleicht trägt die vorliegende Besprechung auch etwas zur Abkühlung bei. Und vielleicht wird die siebente Auflage dann kein diplomatisch-getreuer Abdruck der

Digitized by Google

sechsten (wie die zweite bis fünfte ein solcher der ersten war), sondern „revidirt und berichtigt", und Herr Professor Hirschfeld streicht seine ungütigen Anti-Wagner-Fußnoten oder mildert sie wenigstens.

2.

Türkische Briefe, Nr. 33.

Troja. Oder: Hundert Jahre Troja-Suche.

Die Parallele oder, wenn man will, Kontroverse „Wagner-Hirschfeld" bezw. „Türkische Briefe-Moltke und Mühlbach" ist mit Abschnitt 1 beschlossen; der Verfasser derselben möchte aber noch einige Worte an Herrn Professor Hirschfeld richten, die sich auf ihn allein und seine Behandlung der „Türkischen Briefe" oder genauer eines derselben beziehen. Noch genauer: eines der Briefe, der ursprünglich gar kein Brief gewesen ist, sondern eine Tagebuchnotiz oder Reiseerinnerung, die nur nachträglich, um der künstlerischen Harmonie willen, in die Briefform gebracht worden ist.

Es handelt sich um den angeblichen Brief, datirt Pera, den 21. November 1837; Nr. 33 der Sammlung (S. 176 in der sechsten Auflage), überschrieben „Troja".

Am 13. November waren die vier preußischen Offiziere auf einem Dampfer nach den Dardanellen abgefahren, um in dienstlichem Auftrage die beiderseitigen Dardanellenschlösser zu besichtigen. Am 14. kamen sie in Tschanak-Kalessi am asiatischen Ufer an. Der 15. und 16. wurden auf die Inspizirung verwendet; der 17. auf einen Ausflug nach Troja (muthmaßlich nicht in dienstlichem Auftrage, sondern aus persönlichem Interesse). Am 18. erfolgte die Rückreise nach Konstantinopel. Ob alle vier Offiziere den Ausflug gemacht haben, ist nicht ersichtlich. Allein gewesen ist Moltke nicht, denn er gebraucht in seinem Berichte das Fürwort „wir". v. Vincke war ohne Zweifel mit ihm zusammen, denn auf Vinckes Berichte verweist Hirschfelds Zeittafel für sämmtliche Tage.

In Tschanak-Kalessi verläßt man heute das Dampfschiff, wenn man Troja besuchen will. Das heißt Schliemanns Troja, seine Ruinen- und Ausgrabungsstätte, das Haupt- und Lieblings-

Digitized by

Thätigkeitsfeld seiner letzten 20 Lebensjahre, und seit seinem Tode das seines Freundes und Arbeitsgenossen Dörpfeld, der dort noch ferner zu suchen und zu finden gedenkt.

Die Straße der Dardanellen (der Hellespont der Alten) ist in Wahrheit eine Straße, eine Wasserstraße; ein Meerestheil, aber zugleich ein stark und stetig fließender Strom, der den Wasserzufuhrüberschuß ausgleichend aus dem Schwarzen Meere in das Mittelländische überführt. Von dessen linkem (südlichem, asiatischem) Ufer landeinwärts, küstenparallel von Nordost nach Südwest gerichtet, folgen einander: der küstennahe erste Höhenzug, ein breites Thal (des Dumbrek-Su) ein zweiter Höhenzug, ein zweites Thal (beide nach dem Dorfe Tschiblak benannt), ein dritter Höhenzug, ein drittes Nebenflußthal, Kemar-Su, und so weiter der Hauptstock des Idagebirges.

Bei Tschanack-Kalessi den Dampfer verlassend, steigt der heutige Troja-Besucher zu Pferde, überschreitet den Küstenhöhenzug und erreicht, nach etwa siebenstündigem Ritte, das Dumbrekthal entlang, dessen Mündung (unter beiläufig rechtem Winkel) in das breitere Hauptthal der Landschaft. Zugleich mündet hier das zweite Thal und endet der zweite Höhenzug (der von Tschiblack) im Hügel Hissar-lik (zu Deutsch: Befestigungswerk; nach E. Böttichers Angabe von den Umwohnern Asar-lik, d. h. Trümmerwerk, genannt). Hier hat der heutige Reisende sein Ziel erreicht: Schliemanns Troja.

Nicht den eben geschilderten Weg hat Moltke genommen. Nicht von der Halbwegesstation Tschanak-Kalessi ist er abgegangen, sondern von der Endstation der Dardanellen, dem letzten Schlosse auf asiatischer Seite: Kum-Kaleh, d. h. Sandfort. Der küstennächste Höhenzug ist hier zu Ende, nur ein flaches, sandiges Ufer bildet die letzte Strecke, die jenseits des Winkels, den die Küstenlinie bei Kum-Kaleh bildet, schon dem Aegeischen Meere angehört und bald wieder in einen — nicht unansehnlichen — Bergzug, den Segëischen, übergeht. In der Gebirgslücke bei Kum-Kaleh, und zwar im hellespontischen Schenkel des Winkels, den, wie erwähnt, die Küstenlinie hier bildet, mündet deltaartig, in mehreren Armen (von denen einige bei gewöhnlichen Wasserständen das Meer nicht erreichen, vielmehr in Lagunen binnen Dünen enden), der Hauptfluß der Landschaft, der heut Mendereh (gewöhnlich Mendere geschrieben) heißt.

Digitized by Google

Schliemann — und man muß hinzufügen, die überwältigende Mehrheit der Gelehrten, einschließlich aller Gymnasialprofessoren und griechischen Schulwörterbücher — sieht im türkischen „Mendere" eine Verstümmelung des klassischen „Skamandros".

Moltke aber schreibt: „Wenn man von der türkischen Festung Kum-Kaleh am südlichen Ausgange der Dardanellen den Lauf des Simois drei Stunden weit aufwärts verfolgt . . . ." Hier stutzt nothwendigerweise derjenige Moltke-Leser bereits, der von der Schliemann-Troja-Forschung etwa so viel weiß, als vorstehend kurz wiedergegeben ist, der aber Schliemanns (sehr umfangreiche und ermüdend breitspurige) Werke: „Ilios" und „Troja" nicht eingehend studirt hat. „Simois?" — Wie konnte Moltke sich so irren? „Simois (wenn der stutzige Leser nicht nur Virgil, sondern auch Homer in der Ursprache gelesen hat, wird er sagen „Simóeis") „ist ja doch der heutige Dumbrek-Su; bei Kum-Kaleh mündet ja doch der alte Skamander!"

Da gilt es nun aufklären, um dem Leser Kopfweh zu ersparen; es kommt bald noch schlimmer. „ . . . . den Lauf des Simois aufwärts verfolgt, so schließt die weite Thalebene an eine Hügelkette, auf deren Fuß das Dorf Bunar-Baschi*) liegt, so genannt von der Quelle des Skamander, die hier aus dem Kalkstein hervorsprudelt. Ersteigt man nun, in derselben östlichen Richtung fortschreitend, den sanften Hügel, so ist man auf dem Punkt, wo die meisten Reisenden annehmen, daß Ilium gelegen. Nach etwa 1000 Schritten folgt eine sanftere Schlucht; jenseits erhebt sich ein höheres, 500 Schritt langes Plateau, und dort soll Pergamus**) gestanden haben."

Jedenfalls merkt der Leser, daß Moltke ihn nicht auf den Hügel Hissarlik geführt hat. Daß derselbe den Punkt, auf den er uns führen will, nicht recht zutreffend geschildert hat, mag nur im Vorbeigehen bemerkt werden. Es kommt nichts darauf an;

---

*) Quellhaupt, ein häufiger türkischer Ortsname.
Anmerk. Hirschfelds.

**) Moltke gebraucht wieder die lateinische Sprachform; die griechische ist üblicher und zwar „die Pergamos". Der Name — höchst wahrscheinlich wurzelgleich mit „Berg" und „Burg" ist der Specialname der Burg von Troja oder Ilion. Gelegentlich gebraucht M. auch die Abkürzung Pergam.

Digitized by Google

der Name „Bunarbaſchi“ genügt zu unſerer Orientirung. Die Ungenauigkeit der Schilderung iſt Moltke auch durchaus nicht übel zu nehmen; er hat nach flüchtigem Durchwandern aus der Erinnerung geſchildert; die Karte von Spratt, aus der es uns heut leicht iſt, ſeine Ungenauigkeiten nachzuweiſen, exiſtirte noch nicht.

Der Name Hiſſarlik kommt in Moltkes Berichte gar nicht vor; er hat ohne Zweifel den wenig auffälligen Punkt gar nicht beachtet, der überdies 3 km aus ſeinem Wege, den Mendereh entlang, jenſeits des Fluſſes liegt.

Und wo war Schliemann am 17. November 1837? Ein armer Kaufmannslehrling, ſtand er hinter dem Ladentiſche eines kleinen Krämers in dem mecklenburgiſchen Städtchen Fürſtenberg und verkaufte Kaffee und Zucker, Tabak und Schnaps! Einer ſeiner Schnapskunden war ein verdorbener Student, in deſſen Gedächtniß Iliasverſe im Original haften geblieben waren, die er zu deklamiren pflegte, ſobald er genügend betrunken war. Und der zur Zeit noch nicht ſiebzehnjährige Schliemann hörte andachtsvoll zu und war ſeinerſeits berauſcht von dem Klange der griechiſchen Verſe, obgleich er kein Wort davon verſtand und — ſchwärmte für Troja und deſſen Ausgrabung, wie er — ſeiner eigenen ſpäteren Verſicherung nach — bereits als achtjähriger Junge auf Grund eines Bildes in einer Weltgeſchichte für Kinder geſchwärmt hatte!

Als ein Menſchenalter ſpäter der arme Kaufmannsburſche, zum Millionär geworden, wahr und wirklich an die Troja-Ausgrabung ging, nahm er den Weg, den Moltke genommen hat, den Weg nach Bunarbaſchi, gleich Moltke der Spur Lechevaliers folgend.

Dieſer franzöſiſche Alterthumsforſcher, Troas-Bereiſer und Troja-Sucher war zur Zeit des Moltke-Ausfluges erſt ſeit einem Jahre aus dem Leben geſchieden, aber ein halbes Jahrhundert zuvor hatte er die „Bunarbaſchi-Hypotheſe“ aufgeſtellt, die zu Moltkes türkiſcher Zeit von der überwiegenden Mehrzahl der Gelehrten angenommen war. Der Mehrzahl; nicht der Geſammtheit! Namentlich hatte ein ſchottiſcher Gelehrter, Maclaren, 10 bis 12 Jahre zuvor Widerſpruch erhoben und ſich für den Hügel Hiſſarlik ausgeſprochen. Hier lagen — wie ſchon aus dem von den Türken dem Punkte beigelegten Namen zu erkennen — Mauertrümmer zu Tage. Es war auch in der Gelehrtenwelt an-

Digitized by Google

genommen und durchaus glaublich, wenn auch nicht mathematisch zu beweisen, daß die Trümmerstätte auf dem Hügel im Winkel zwischen Menderes und Dumbrek das geschichtliche Ilium sei, das griechische Ilium vor und zur Perserzeit, der Mittelpunkt des von dem Alexander-Feldherrn Lysimachos gestifteten kleinasiatischen Reiches, das römische Ilium, dessen Existenz bis in das 4. nachchristliche Jahrhundert beglaubigt ist.

Es ist wahrscheinlich, daß — vielleicht 700 bis 900 Jahre v. Chr. — von ätolischen Einwanderern, die, von der dorischen Invasion aus dem Peloponnes verdrängt, drüben in Kleinasien eine neue Heimath suchten und fanden, auch der günstig in der Nähe des Meeres aus dem Hochwasser-gefährdeten fruchtbaren Marsch- und Weideland aufragende Bergzug, der im heute Hissarlik genannten Hügel ausklingt, ansprechend gefunden und besiedelt worden ist.

Wie wir — dank Schliemanns Schatzgräberei — heut mit Sicherheit behaupten können, sind die griechischen Ansiedler auf unverkennbare Spuren vorhergegangener Bewohntheit gestoßen, und zwar nachhaltiger, vieljähriger Bewohntheit, denn in der Schuttschicht, in welche die Gründer des geschichtlichen Iliums ihre Fundamente versenkten, müssen sie, so tief sie auch gegraben haben mögen, immer und immer wieder auf Mauerreste gestoßen sein. Ganz ohne Zweifel war damals die Mär vom trojanischen Kriege in Aller Munde. Vielleicht existirte schon die Ilias; zwar nicht in der heutigen Ausgestaltung, noch nicht niedergeschrieben, so doch in der Form einzelner Heldengesänge im Munde der wandernden Rhapsoden.

Wie glaublich ist es, daß die neuen Ansiedler auf den Gedanken gekommen sind, hier möge „die hehre Ilios" (wie die Ortsbezeichnung in der Ilias lautet) dereinst gestanden haben! Denn in der ganzen Mulde, die hier, bergumrahmt, im Westen an das ägeische Meer, im Norden (genauer Nordwesten) an den Hellespont grenzt, war die einzige Ausschiffungsmöglichkeit, die einzige Küstenstrecke, wo die griechischen Schiffe auf flachen Strand hatten gezogen werden können, das Mündungsdelta des das Thal bewässernden Flusses und seiner Zuflüsse.

Aber selbst, wenn die neuen Ansiedler nicht überzeugt gewesen wären, daß gerade auf und an diesem Hügel das alte Ilion gestanden habe, wenn es unter ihnen Kriegsverständige gegeben hätte, denen aus fortifikatorisch-strategischen Gründen, aus „militärischem

Digitized by Google

Instinkte" (um mit Moltke zu reden) die Bunarbaschi-Position für das alte Ilion geeigneter erschienen wäre, während aus anderen, nicht militärischen Gründen jetzt, für die neue Anlage, der dem Strande nähere Punkt vorgezogen wurde, so gab es doch zur Zeit in der ganzen Gegend keinen Ort „Ilion", der Name war unbenutzt, stand den neuen Ansiedlern zur Verfügung, und so hat man ihn in der neuen Ansiedlung wieder aufleben lassen.

Später, als das neue, das griechische Ilion seinerseits schon nicht mehr neu war, wird den meisten Menschen gar nicht mehr zum Bewußtsein gekommen sein, daß zwischen den dermalen ältesten Ueberlieferungen bezüglich der Entstehung ihrer Stadt und dem Zeitalter des trojanischen Krieges eine mehrhundertjährige Nacht liegt, daß die Kontinuität und Ortsidentität von Neu- und Alt-Ilium durchaus unerwiesen und unerweisbar war.

Der Lokalpatriotismus that erklärlicherweise auch das Seinige. Man war eitel darauf, Bürger einer so uralten Stadt zu sein; eitel darauf (obgleich man selber Grieche war), daß die Vorfahren (die keine Griechen waren) den vereinigten Griechen zehn Jahre lang widerstanden hatten und schließlich nur schnöder List erlegen waren. Pallas-Athene war die Stadtgöttin des alten Ilion gewesen (so glaubte man!), das neue hatte einen Tempel derselben. Xerxes und Alexander von Makedonien haben im geschichtlichen Ilium der „ilischen Athene" geopfert. Hektor war der Hauptheld im alten Ilion gewesen; ein Heroon des Hektor hat noch Julian Apostata im neuen Ilion vorgefunden.

Die Römer waren in der damaligen Kulturwelt, d. h. unter den Umwohnern des Mittelmeers, neben Griechenland, geschweige Aegypten und Vorderasien — thatsächlich ein junges Volk; Emporkömmlinge von gemeiner Herkunft. Das verdroß sie. Stammbäume von den Zweigen aus nach den Wurzeln hin zu verlängern, ist ein altes Kunststück. Die Römer brachten es bis auf Aeneas, dessen Mutter Aphrodite und dessen Großvater demnach Zeus war. Die Römer waren (ihrer Einbildung nach) fortgesetzte Trojaner. Diesem Eitelkeitskitzel hat Virgil in der Aenëis am meisten geschmeichelt. Von Staatsmännern der römischen Glanzzeit ist alles Ernstes der Plan erwogen worden, den Mittelpunkt des römischen Weltreichs von Rom nach Novum Ilium zu verlegen; Konstantin der Große war drauf und dran; nur Byzanz hat schließlich Ilium den Rang abgelaufen.

Digitized by Google

Es wird auch damals Zweifler gegeben haben, kritiſche Geiſter, die erkannten, daß zwiſchen Neu und Alt eine breite Kluft gähnte, die nicht einmal die Sage, geſchweige die Geſchichte überbrückte. Von einer bezüglichen Oppoſition gegen die dermalige öffentliche Meinung hat ſich ſchriftliche Kunde bei einem der geſchätzteſten und glaubwürdigſten alten Autoren erhalten, bei Strabo, dem Geographen, der im letzten vorchriſtlichen Jahrhundert lebte. Er ſpricht über die Lage des alten Ilium nicht aus eigener Wahrnehmung; er giebt die Auslaſſung eines etwas älteren Schriftſtellers wieder (des Demetrios von Skepſis), der ein Landeskind war, demnach in heimiſcher Geographie und Geſchichte wohlbewandert geweſen ſein mag.

Es iſt nicht beſtimmt zu erkennen, an welchem Punkte der troiſchen Ebene Demetrios das alte Ilium angenommen hat, aber unverkennbar etwa doppelt ſo weit von der Küſte als das neue; im Hintergrunde der Thalmulde, an und auf den Ida-Vorbergen, die das Thal umrahmen.

Wenn wir uns ſchließlich daran erinnern, welche Wendung in den erſten Jahrhunderten unſerer Zeitrechnung die Weltgeſchichte genommen hat, an die Völkerwanderung, an die Spaltung des römiſchen Reichs, an den Einbruch der Osmanen, der ganz Kleinaſien und die vormals blühende Landſchaft in die tiefſte Barbarei zurückgeworfen hat, infolge deſſen auch Troja ganz und gar verſchollen iſt — zwar nicht hiſtoriſch, aber geographiſch, topographiſch —, dann wird es ganz verſtändlich, wie Lechevalier, ein unbeeinflußter, vorurtheilsfreier, moderner Gelehrter, Forſcher und Kritiker auf die Troja-Suche hat gehen können; dabei voller Freiheit ſich bewußt; durch die Lage von Neu-Ilium zu nichts verpflichtet.

Und was hat ihn nun in die Umgebung von Bunarbaſchi geführt?

Vielleicht zunächſt Strabo oder vielmehr Demetrios von Skepſis.

Hier fand er, was er ſuchte: Mauerreſte, Zeugniſſe alter Beſiedelung; Ruinen auf der Thalſohle, die auf Ilion ſelbſt, die Unterſtadt, die Katopolis, ſich deuten ließen; Ruinen auf der Höhe jenes Querriegels (heut Bali-Dagh), der die Thalmulde ſchließt, den der Mendereh in langer, tief und ſteil eingeſchnittener Fels-

Digitized by Google

ſchlucht durchbrochen hat, alſo Spuren, die auf die Oberſtadt, die Akropolis, die Burg, die „Pergamos" Homers, hinwieſen.

Das Erwünſchteſte, das Ausſchlag Gebende für Lechevalier wird wohl geweſen ſein, daß er an dieſem Punkte — ſeiner Meinung nach — alles das nachweiſen konnte, was die Ilias an Oertlichkeitsbeſchreibung liefert.

Um zwiſchen Bunarbaſchi- und Hiſſarlik-Theorie, zwiſchen Lechevalier und Schliemann die Wahl zu treffen, muß man über die Frage ſchlüſſig werden: welche von beiden Oertlichkeiten — ſie ſind gründlich verſchieden! — entſpricht durchaus oder doch überwiegend der Homeriſchen Schilderung?

Es kann nicht daran gedacht werden, die bezügliche vergleichende Kritik an dieſer Stelle auszuüben; ſie führt zu Haarſpaltereien und Silbenſtechereien, die vielleicht — für geiſtreiche und geduldige Leſer — amüſant wären, aber viel zu viel Raum in Anſpruch nehmen würden. Für Liebhaber eines ſcharfſinnigen, gelehrten Wortgezänkes mögen die beſten Quellen namhaft gemacht werden. Schliemann führt ſeinen Beweis in ſeinem Werke „Ilios; Land und Volk der Trojaner". Bei Lechevalier ſelbſt dürfen wir die Vertheidigung der Bunarbaſchi-Hypotheſe nicht ſuchen, oder genauer ausgedrückt, die Widerlegung ſolcher Zweifel, das Pariren ſolcher Ausfälle nicht ſuchen, wie die Schliemannſche Schrift enthält, denn zu Lechevaliers Zeit gab es noch nichts dem Schliemannſchen Angriffe und ſeinem Eintreten für Hiſſarlik Aehnliches. Daſſelbe gilt für Moltke. Dieſer theilt zwar, wie wir ſogleich ſehen werden, Lechevaliers Anſicht, aber er vertheidigt ſie nicht oder doch nicht ausreichend und eingehend, denn auch zu ſeiner Zeit gab es nichts dem Schliemannſchen Angriff Aehnliches.

Aber Lechevalier hat einen Vertreter, die Bunarbaſchi-Hypotheſe einen Kämpfer gefunden, der, ſchwer bewaffnet, ausgerüſtet mit tiefgründigſter deutſcher Gelehrſamkeit, gegen — Schliemann in die Schranken getreten iſt. Dieſer Kämpe iſt der ſeit länger als 50 Jahren eine ordentliche Profeſſur der Alterthumswiſſenſchaft an der Kieler Univerſität bekleidende W. P. Forchhammer. („Erklärung der Ilias", Kiel 1884.)*)

*) Der vorliegende Artikel war eben in die Druckerei gegeben, als die Nachricht von dem am 9. Januar erfolgten Tode Forchhammers einging.

Digitized by

Forchhammer war zwei Jahre später als Moltke in der Troas; aber nicht als militärischer Ausflügler auf einen Tag, sondern zur Erforschung „der topischen und physischen Eigenthümlichkeiten der troischen Ebene" während mehrmonatlichen Aufenthaltes. Auf Forchhammers Betreiben, unter seiner Aufsicht und nach seiner Anordnung, unter steter Bezugnahme auf die Ilias und deren topographische Details entstand damals die oben gelegentlich erwähnte Karte von Spratt, einem dem Prof. Forchhammer seitens der englischen Marinebehörde in Malta beigegebenen jungen Marineoffizier. (1891 als englischer Admiral gestorben.)

Die Sprattsche Karte ist noch heut das Beste, was es giebt, wenn auch den heutigen Ansprüchen, namentlich was die Bodenplastik, das Relief des Geländes betrifft, nicht mehr genügend. Auch Schliemann hat nichts Besseres thun können, als sie für sein Werk „Ilios" kopiren zu lassen; freilich mit denjenigen Umgestaltungen (nach Forchhammers Meinung Verballhornisirungen), die die Hissarlik-Hypothese der Bunarbaschi-Hypothese gegenüber verlangte.

Mit der Sprattschen Originalaufnahme steht Moltkes Bericht in vollkommener Harmonie! Wer denselben mit der Schliemann'schen „Berichtigung" vergliche, müßte ihn vollkommen konfus finden.

Die Ilias kennt nur zwei Flüsse: Simoeis und Skamandros (der auch Xanthos heißt).*) Troja liegt zwischen

---

*) Im 12. Buche der Ilias (V. 19 u. f.) werden acht Flüsse namhaft gemacht, als „vom Ida kommend" und „in die Salzfluth mündend"; aber nur die im Text genannten zwei liegen in der troischen Ebene, also auf dem Kriegsschauplatze. Vorhanden sind auf dem letzteren fünf Wasserläufe, und zwar — mit den heutigen Namen bezeichnet: der Hauptfluß Mendereh, der, wenn er aus der Durchbruchsschlucht bei Bunarbaschi austritt, einen oberen Lauf von rund 60 km hinter sich hat. Sein unterer Lauf (Bunarbaschi—Kumkaleh) ist nur den vierten Theil so lang wie der obere. Bald nach dem Austritt aus der Schlucht spaltet er sich in zwei Arme, die nicht wieder zusammenkommen, vielmehr getrennt in die Dardanellen münden. Von links her nimmt der Mendereh (der eigentliche Strom, der westliche Arm) den in der Nähe von Bunarbaschi entspringenden Bunarbaschi-Su auf. Die drei rechtsseitigen Zuflüsse sind: Der Kemar-Su, der in geringer Entfernung unterhalb Bunarbaschi in den noch ungespaltenen Mendereh mündet; der der Küste nächste Nebenfluß, Dumbrek-Su, ist schon

Digitized by Google

den Flüſſen. Daß die Bunarbaſchi-Hypotheſe im heutigen Menderes den Simoeis ſieht, iſt bereits angeführt. Die Stadt Ilios dieſer Hypotheſe und deren Pergamos liegen auf dem linken, dem weſtlichen Ufer des Fluſſes. Etwa ein Kilometer nordweſtlich von der präſumtiven Troja-Stätte liegt Bunarbaſchi. Weſtlich von dieſem, unmittelbar angrenzend, brechen zahlreiche Quellen aus dem Kalkſtein; theils in der Form aufſteigender oder Springquellen aus der Sandſohle eines künſtlich hergeſtellten, von Steinblöcken umrahmten offenen Beckens oder Quellenſammlers; theils in zahlreichen dünnen Waſſerfäden aus der Kalkwand rinnend. Die Türken haben die Oertlichkeit „Kirk-Göß" genannt, d. h. „vierzig Augen". „Kirk = 40" wird von den Türken ungefähr wie unſer „Schock = 60" gebraucht: man meint das Zahlwort nicht arithmetiſch genau, ſondern in dem Sinne von „eine ganze Menge". Dies ſind die Quellen des Skamander (nach Lechevalier). Der Fluß zieht ſich, in ſtarker Schlängelung, aber im Allgemeinen ſtets am binnenſeitigen Fuße des die Küſte des ägeiſchen Meeres ſäumenden Bergzuges, anfangs parallel, ſpäter ſehr ſpitzwinklig konvergirend zum Simoeis, in den er nach etwa 10 km langem Laufe mündet. Es iſt dies der in der letzten Fußnote Bunarbaſchi-Su genannte linksſeitige Nebenfluß des Mendereh.

Wir ſind jetzt in den Stand geſetzt, Moltkes Bericht zu verſtehen. Er ſchreibt: „ . . . , immer noch fließt der Simois vom Ida, „dem quelligen Nährer des Wildes", herab und vereint die wirbelnden Waſſer mit den Fluthen des ſanfteren Halbbruders, des Skamander." „Was die Lage der Stadt anbelangt, ſo iſt ſie hauptſächlich dadurch beſtimmt, daß der Skamander an ihrem Fuße entſprang*)

---

erwähnt; er mündet nicht in den Hauptſtrom, ſondern in den öſtlichen Spaltarm „Kaliſatli-Osmak". Der fünfte Waſſerlauf, zwiſchen Dumbrek- und Kemar-Su iſt kaum ein Fluß zu nennen; es iſt ein Regenbach, der im trockenen Sommer faſt ganz verſiegt. Dieſes Wäſſerchen bezw. ſein Thal, das den im Hiſſarlik endenden Bergzug ſüdlich begleitet, wie es der Dumbrek-Su nördlich thut, wird gelegentlich nach dem am Südabhange des Bergzuges bezw. rechten Thalrande des Baches belegenen Dorfe Tſchiblak benannt.

*) Daß Moltke in der Ilias nicht gründlich bewandert war, dürfen wir dem Offizier mit Kadettenerziehung nicht übelnehmen. Nach einem alten Sprüchworte ſchläft bisweilen der gute Homer. So giebt

Digitized by Google

und der Simoeis ihre Mauern umſpülte. In der näheren Beſtimmung weichen die Gelehrten etwas voneinander ab; wir, die wir keine Gelehrten ſind, ließen uns einfach von einem militäriſchen Inſtinkt an den Ort leiten, wo man (damals wie heute) ſich anbauen würde, wenn es gälte, eine unerſteigbare Burg zu gründen.“ Aus der Faſſung dieſes Satzes geht zunächſt unwiderleglich hervor, daß Moltke bei Erwähnung der Gelehrten-Meinungsverſchiedenheit hinſichtlich der genauen Stadtlage an den Hügel Hiſſarlik, der 7 km von Bunarbaſchi entfernt iſt, gar nicht gedacht hat; vielmehr etwa nur an die Zweifel, die die durch Strabo vermittelte Aeußerung des Demetrios von Skepſis hinterläßt.

Prof. Hirſchfeld hat hier eine Bemerkung eingeſchaltet, die ſo geſchickt, fein und vorſichtig abgefaßt iſt, daß man ſie wörtlich wiedergeben muß:

„Moltke geht hier von einer Vorausſetzung aus, die an ſich natürlich iſt, aber wider Erwarten ſich nicht zu bewähren ſcheint: die Stadt, welche die Schliemannſchen Funde als die bedeutendſte der troiſchen Ebene erwieſen haben, und welche, wenn irgend eine, Anwartſchaft auf den Namen Ilium hat, auch ohne allen Zweifel das geſchichtliche Ilium novum war, dieſe Stadt liegt eben nicht an dem ſtrategiſch ſicherſten Punkte, ſondern nördlich

---

es unter Anderem eine Stelle, wo der Skamander ſo entſpringt, wie Moltke im Berichte angiebt; laut einer anderen Stelle entſpringt er — 60 km davon — am Ida! Die erſte Angabe nimmt Lechevalier (alſo auch Moltke) für ſich in Anſpruch; mit gleichem Rechte verwerthen Schliemann und Andere die zweite Angabe für ihre Meinung, daß der heutige Mendereh der Skamander ſei. Genau beſehen aber doch nicht „mit gleichem Rechte“; denn die erſte Angabe iſt ganz beſtimmt gehalten, ſie nimmt die Quellen am heutigen Balidagh, bei Bunarbaſchi an; die zweite Angabe (ſiehe Fußnote auf S. 40) beſagt nur allgemein, der Fluß käme vom Ida. Und zum Ida gehört doch auch der Balidagh! Daß die zweite Quellenangabe einen 60 km von der erſten entfernten Punkt bezeichne, iſt nur Folgerung derjenigen, die den Skamander im Mendereh ſehen. Deſſen Quellen liegen allerdings hoch oben am Ida. Schliemann ſagt alſo eigentlich: Ich halte den Mendereh für den alten Skamander, weil ich die unbeſtimmte Bezeichnung „vom Ida“ auf den Mendereh beziehe. Einen circulus vitiosus nennt man das in der Logik: ich halte den Mendereh für den Skamander, weil ich annehme, der alte Skamander ſei der heutige Mendereh!

Digitized by Google

davon, auf einem sehr niedrigen Hügel — Hissarlik —, unter dem zwei Wasserläufe, der Mendere, alt Skamander (Moltkes Simois) und der Dumbreksu, alt Simois, sich vereinigen." Folgt der Hinweis auf Schliemanns Ilios, auch auf Lechevaliers Voyage de la Troade als den Urheber der Bunarbaschi-Hypothese, die „bis vor etwa 20 Jahren" (d. h. bis zu Schliemanns Sieg über Lechevalier) vorwaltend in Geltung gewesen sei. Also Schliemann (giebt Hirschfeld zu) hat Recht, und Moltke (zu dessen Entschuldigung nicht einmal geltend gemacht wird, daß er sich auf Lechevalier verlassen hat) ist im Unrecht; er hat sich geirrt. Und eigentlich ziemlich gröblich geirrt, wenn er im Mendereh den Simoeis sieht, der doch der heutige Dumbrek, ein rechtsseitiger Nebenfluß, ist; und wenn er „Skamander" einen Fluß nennt, der in der Ilias gar nicht vorkommt; und wenn er den Skamander in den Simoeis münden läßt, während umgekehrt der Simoeis (Dumbrek-Su) in den Skamander (Mendereh, genauer Kalifatli-Osmak) mündet!

Prof. Hirschfeld hat vielleicht Forchhammers „Erklärung der Ilias" nicht gelesen. Das sollte er nachholen; denn wenn er auch die Hauptsache, die Erklärung der Ilias, des Mythos vom trojanischen Kriege, nicht goutiren, vielmehr — wie das Manche thun — für eine gelehrte Schrulle halten sollte, so würde das doch nicht ausschließen, daß Forchhammers Schilderung des Geländes, des Berg- und Flußnetzes der troischen Ebene und deren Vergleich mit der Homerischen Oertlichkeitsschilderung, kurz die ganze Polemik zu Gunsten der Bunarbaschi-Hypothese gegen die Schliemannsche, ihm lesens- und beachtenswerth erscheinen, ja vielleicht überzeugend für ihn sein könnte.

Wie ist Schliemann zum Gegner Lechevaliers geworden?

Gleich Moltke ist Schliemann — 30 Jahre später — zunächst der Spur Lechevaliers gefolgt; er ist nach Bunarbaschi gegangen und hat die angebliche Troja-Stätte geprüft. Aber gründlicher als Lechevalier. Er hat nicht nur gesehen oder höchstens ein bischen Staub abgewischt von dem alten Mauerwerk, er hat Arbeiter gedungen und ist an verschiedenen Stellen mit Hacke und Spaten in die Tiefe gegangen, durch Erde und Schutt hindurch bis auf den Felsurboden. Bald genug hat er so die Ueberzeugung gewonnen: Hier kann nie eine ansehnliche Stadt existirt haben

Digitized by

und überhaupt keine in so früher Zeit, wie für Troja anzunehmen wir gezwungen sind.

Er war mit Bunarbaschi-Troja fertig und ging nach Hissarlik.

Es braucht nicht wiederholt zu werden, was er dort gefunden hat; die eben mitgetheilte Anmerkung Hirschfelds faßt es kurz und klar zusammen. Aber darauf muß, der Vollständigkeit wegen, hingewiesen werden, daß die Schliemannsche Deutung der Hissarlik-Ruine — soweit sie vorgeschichtlich ist (denn an Ilium novum zweifelt Niemand) — von Ernst Böttticher seit 10 Jahren aufs Heftigste bekämpft wird, der dieselbe nicht für ein vorgeschichtliches Troja, sondern für ein vorgeschichtliches Gotha nimmt.

Forchhammer ist gleichfalls wider Schliemann in Bezug auf die Hissarlik-Fundstätte; er bestreitet nicht, gleich Böttticher, daß hier eine alte Wohnstätte Lebender aufgedeckt, aber er bestreitet, daß es Troja sei. Denn in strenger und vollständiger Konsequenz seiner Lechevalier-Anhängerschaft kann seiner Ueberzeugung nach das wirkliche, leibhafte, materielle Troja des trojanischen Krieges nur am und auf dem Bali-Dagh gelegen haben. Da es dann selbstverständlich auf Hissarlik nicht gelegen haben kann, so deutet Forchhammer die Hissarlik-Ruine als die der Mutterstadt von Ilion, Dardania.

Wessen Anti-Schliemann-These kühner ist, Böttichers Feuer-Nekropole oder Forchhammers Dardania — das muß hier dahingestellt bleiben; es gäbe zwei besondere, lange Artikel und voraussichtlich zwei aparte Federkriege (denn die Thesenaufsteller würden, ihrem Temperamente und ihren literarischen Antecedenzien gemäß, kräftig Widerpart halten), wenn wir auf eine Kritik der beiden Thesen eingehen wollten, die, voneinander unabhängig, nur die Opposition wider Schliemann und — die Majorität der öffentlichen Meinung! — miteinander gemein haben.*)

Für unsere weitere Betrachtung, deren Kern ja doch eine Moltke-Studie ist, müssen wir annehmen, daß in der That in dem Schutthügel Hissarlik Troja begraben gelegen hatte. „Troja" heißt bei Schliemann: das Troja des trojanischen Krieges, die „hehre Ilios" der Ilias!

---

*) Forchhammer ist inzwischen sich bei Homer selbst erkundigen gegangen!

Digitized by

Es verstand sich nun (für Schliemann!) von selbst, daß in der Umgebung des Hügels Hissarlik alle die Wahrzeichen sich mußten nachweisen lassen, die für den Schauplatz und den Verlauf der Ereignisse, der berichteten Handlungen und Verhandlungen bei Griechen und Trojanern und zwischen beiden Parteien aus der Ilias sich entnehmen ließen. Nicht für *sich* bedurfte Schliemann einer solchen Probe auf das Exempel, aber um der argen Welt, oder genauer, um der zünftigen Gelehrten willen, die den Fremdling, den Uneingeweihten mit Argwohn und Mißtrauen in die heiligen Hallen der Wissenschaft sich eindrängen sahen — um dieser willen mußte Schliemann ein Uebriges thun und den Beweis erbringen, daß Zug für Zug *Ilias* und *Hissarlik* übereinstimmen.

Die Meisten — mögen sie das Buch „Ilios" studirt haben oder nicht — geben ja wohl zu, daß Schliemann diesen Beweis erbracht hat; auch Prof. Hirschfeld giebt es zu.

Aber dann ist Nr. 33 der „Türkischen Briefe" für den Moltke-Verehrer eine — Verlegenheit! Denn in diesem Briefe — aufrichtig gestanden — hat Moltke . . . warum soll man es nicht sagen? Es handelt sich um den *Hauptmann* v. Moltke vom Jahre 1837, um Moltke als Schriftsteller! . . . in diesem Briefe hat er sich blamirt! Nicht weil seine Troja-Fahrt eine Irrfahrt gewesen ist — das hat Lechevalier zu verantworten — aber weil er so . . . selbstzufrieden über die Fahrt berichtet: Die Gelehrten sind noch nicht völlig einig über die genaue Troja-Stätte, aber der militärische Instinkt hat sofort auf den Punkt geleitet, der einzig und allein der rechte ist! „Man muß bei der Ilias die Wahrheit der Begebenheit von der des Gedichts unterscheiden. Ob unter Pergams Mauern alle die Fürsten gefochten, von denen Homer berichtet, mag ebenso zweifelhaft wie die Genealogie seiner Halbgötter sein; gewiß aber ist, daß Homer sein Gedicht eben *dieser* Oertlichkeit anpaßte und sie vollkommen gekannt hat." „. . . deshalb läßt sich auch das ganze Ilium in Gedanken aufbauen — nicht wie es *gewesen* vielleicht, aber wie es Homer *gedacht*."

Dazu eine Parallelstelle (aus dem „Römischen Wanderbuche" Seite 22; von Hirschfeld nachgewiesen): „Selbst dann, wenn die Forschung eine Ueberlieferung nur noch als Fabel bestehen läßt, bezieht sich diese doch meist auf eine ganz bestimmte Oertlichkeit, welche der ursprüngliche Erzähler im Auge hatte. Ob je die

Digitized by

Griechen Ilios bestürmten, mag ungewiß sein; aber unzweifelhaft ist, daß der blinde Sänger die Gegend östlich der Dardanellenmündung genau kannte. Eine Erzählung kann geschichtlich unwahr und örtlich vollkommen genau sein."

Prof. Hirschfeld schreibt in dem sehr dankenswerthen Abschnitte „Die Bearbeitung der Türkischen Briefe durch Moltke" (siehe Einl. S. XXIV Zeile 7 v. u.): „Endlich scheinen einige Abschnitte lediglich für das Buch geschrieben, so vielleicht Nr. 20: die Wasserleitungen, Nr. 33: Troja ꝛc." Daß Nr. 33 nachträglich in Berlin am Schreibtische in aller Ruhe hinzukomponirt ist, machen schon die wörtlich aus Voß' Uebersetzung citirten Iliasverse (XIII, 11 u. f.) höchst wahrscheinlich, denn schwerlich wird Moltke derartige Bücher unter seinem Reisegepäck oder gar die verdeutschte Ilias im Kopfe gehabt haben.

Selbstverständlich haben die Leser der ersten Auflage an Brief Nr. 33 keinen Anstoß nehmen können; ihnen kann er nur gefallen haben, denn er ist an sich eine anmuthige, reizvolle Komposition, reich an gedanklichem Inhalte, stilistisch wohl ausgefeilt. Auch als nach 30 Jahren die Briefe zum zweiten Male lediglich wieder abgedruckt wurden, war gegen Nr. 33 noch nichts einzuwenden. Aber später! Die dritte, vierte, fünfte Auflage! Immer noch unverändert, als ob es noch immer keinen Schliemann gäbe!

Ohne Zweifel ist der General-Feldmarschall um Erlaubniß gefragt worden, so oft es sich um eine neue Auflage der Türkischen Briefe handelte, und daß dieselben unverändert wieder abgedruckt worden sind, muß seine Zustimmung gefunden haben. Thatsächlich stand nun aber der Brief Nr. 33 im Widerspruch zu der inzwischen zur Geltung gekommenen Tagesmeinung bezüglich der Trojastätte.

Wir stellen die Frage nicht, die wir doch nicht würden beantworten können: Ist dem General-Feldmarschall nicht mehr erinnerlich gewesen, daß der Hauptmann v. Moltke vor 50 Jahren etwas geschrieben hatte, das mit der heutigen Tagesmeinung nicht mehr harmonirte, den meisten heutigen Lesern deshalb nicht verständlich sein konnte? Oder ist ihm der Widerspruch gleichgültig gewesen? Dem Professor Hirschfeld ist dieser Stand der Dinge wohl bewußt, und ihm ist derselbe nicht gleichgültig gewesen! Aber was thun? Streichen ließ sich doch eine ganze Nummer nicht! Hirschfeld hat sich mit der Anmerkung aus der Verlegen-

Digitized by

heit zu helfen gesucht, die oben wörtlich mitgetheilt ist. Aber das hat nichts geholfen; man merkt jener Anmerkung auch die Verlegenheit an!

Wie aber nun, wenn der ganze Kummer unnöthig gewesen wäre, wenn der Hauptmann v. Moltke im Briefe Nr. 33 sich nicht blamirt hätte?

Und das wird sich nachweisen lassen! Freilich auf Schliemanns Kosten!

Wer ein rechter Moltkeverehrer ist, wird keine Bedenken tragen, zur Rechtfertigung seines Helden ein wenig Schliemannglorie preiszugeben. Selbstverständlich, wenn dabei nicht der Wahrheit, der wissenschaftlichen Ehrlichkeit und Gewissenhaftigkeit zu nahe getreten zu werden braucht!

Unser Vermittler ist Professor Forchhammer. Die erforderlichen Prozeßakten sind namhaft gemacht: Schliemanns Buch „Ilios"; Forchhammers „Erklärung der Ilias". Wer sich da durchgearbeitet — es wurde schon darauf aufmerksam gemacht: er wird einen enormen Aufwand von Geist und Scharfsinn kennen lernen, aber auch Wortklaubereien und Haarspaltereien — der kommt vielleicht (vielleicht auch nicht; ein rechter, enragirter Schliemannianer wahrscheinlich nicht) zu dem Endergebniß: Den Schilderungen der Ilias entspricht die Oertlichkeit zwischen dem Bali-Dagh und der Küste, also die Lage von Ilios und Pergamos neben und oberhalb Bunarbaschi — besser als Hissarlik und Umgebung; Moltkes militärischer Instinkt hat in der That den fortifikatorisch-strategisch richtigen Punkt erkannt, und die gleiche Erkenntniß besessen hat, wie Moltke sagt, der „blinde Sänger" bezw. der „blinde Greis Homer", oder wie wir, um bei den Homerforschern der neuen Schule keinen Anstoß zu erregen, sagen wollen: das Volksepos Ilias.*)

Moltke hat also in seinem Trojabriefe Recht!

Aber Schliemann? Und das unleugbar, handgreiflich, durch eine überwältigende Fülle von Funden nachgewiesene Troja im Hügel Hissarlik? Nun! Die „hehre Ilios" der Ilias und

*) Wer das Allermodernste in diesem Artikel kennen lernen will, bemühe sich (etwas Mühe kostet das Studium wirklich) um Louis Erhardt, Die Entstehung der homerischen Gesänge. Leipzig, Duncker & Humblot 1894. Preis 12 Mk.

Digitized by Google

das, wenn auch vorgeſchichtliche, aber in Ruinen vorhandene Ilium ſind eben zwei ganz verſchiedene Dinge, nicht eins, wie der homertrunkene, naive, unkritiſche Schliemann ſich eingebildet hat!

Schliemann glaubte, wie er wörtlich hat drucken laſſen, an Homer ſo feſt wie an das Evangelium, obgleich er ganz gut wußte, daß Homer, oder um wiſſenſchaftlich-nüchtern zu ſein, die Ilias, wie wir ſie beſitzen — ein halbes Jahrtauſend oder mehr jünger iſt als der hiſtoriſche Kern jenes Unternehmens, aus dem der dichtende Volksgeiſt die Sage oder den Mythos vom trojaniſchen Kriege geſponnen hat. Zur Zeit, da aus einem Theil dieſes Geſpinnſtes jene Epiſode (mitten heraus aus einem Zeitraum von angeblich 10 Jahren die kurze Spanne Zeit von knapp 100 Tagen!) gewoben war, die als „Ilias" das köſtlichſte Schauſtück epiſcher Dichtkunſt geworden iſt — zu dieſer Zeit lag höchſt wahrſcheinlich kein Stein vom alten Ilium mehr zu Tage, und auf dem Hügel, der heut Hiſſarlik heißt, ſtanden ſchon die Mauern eines neuen, oder ſie ſtanden vielleicht auch noch nicht dort. Der Schilderer der Oertlichkeit in der Ilias hat vielleicht gedacht wie nachmals Demetrios von Skepſis und hat ſich eines militäriſchen Inſtinktes erfreut wie Moltke und Mühlbach! Und ſo hat Moltke ſchreiben können: „. . . Wahr ſind die Lokalfarben überall; deshalb läßt ſich auch das ganze Ilium in Gedanken aufbauen — nicht, wie es geweſen vielleicht, aber wie es Homer gedacht."

Schliemann hat das reelle „Troja des trojaniſchen Krieges" gefunden, aber Lechevalier hatte lange zuvor das ideelle, die „hehre Ilios" der Ilias, nachgewieſen, und dieſen Nachweis hat Moltke geprüft und beſtätigt.

Von dieſer Zweiheit: reelles und ideelles Troja — — konnte Moltke noch keine Ahnung haben; dieſe herauszubringen mußten erſt Schliemann und Forchhammer kommen und ihre ſcharfe Disputation über die konkurrirenden Oertlichkeiten ausfechten. Es iſt daher durchaus natürlich und nicht entfernt ein Vorwurf für Moltke, daß er geglaubt hat, da wo das alte Ilium nach heutigen Generalſtabs- und Ingenieurbegriffen am zweckmäßigſten gelegen haben würde, werde es auch thatſächlich gelegen haben. „Damals wie heute", fügt er dem betreffenden Satze in Parentheſe ein. Jetzt wiſſen wir (falls wir die Hiſſarlik-

Digitized by Google

funde wie Schliemann deuten), daß der Gründer von Ilium nicht so gedacht haben kann, wie Moltke und Mühlbach.

Ist er zu dumm gewesen? Oder war es etwa doch nicht „damals wie heute"? Das wäre eine Nebenfrage; aber dieselbe steht doch im Zusammenhange mit der Hauptfrage und ist wohl werth, daß wir ihr noch einige Zeilen widmen.

Die Ilias zeigt uns Troja auf dem Gipfel seiner Macht und politischen Bedeutung. Priamos erscheint (entsprechend wie Agamemnon auf der anderen Seite) als Großkönig, dem allerlei Volk von fern und nah zu Hülfe zieht.

Noch erheblich jünger als die Ilias ist die älteste schriftliche Festlegung der Ueberlieferung von der Gründung der troischen Herrschaft; erst Apollodor hat dies vollbracht, der um 140 v. Chr. lebte.

Die von diesem aufgezeichnete Sage läßt den Zeussohn Dardanos von der Insel Samothrake aus in die Troas kommen, wo Teukros herrscht, dessen Adoptiv- und dann Schwiegersohn, Erbe und Nachfolger Dardanos wird. Gewiß hat auch diese Sage einen historischen Kern. Sie deutet auf friedlichen Charakter der dardanischen Einwanderung und Vermischung mit den früheren Bewohnern. Woher seinerseits Teukros stammt, wird nicht erklärt, er heißt „Sohn des Skamandros". Forchhammer hat aus allen Nachrichten der griechischen Epiker und Tragiker eine Stammtafel des troischen Herrschergeschlechts zusammenzubringen versucht. Dieselbe beginnt mit Skamandros und Idaia als den Eltern des Teukros. Das ist eine Angabe, dergleichen sich auch in Griechenland findet, und die wahrscheinlich auch erst nach der ätolischen Einwanderung der kleinasiatisch- oder troisch-griechischen Volksseele empfangen und geboren worden ist; ein Symbol, eine Allegorie, ein echter „Mythos", die poetische Einkleidung einer physikalischen, speziell geologischen Beobachtung: „Skamandros" ist die Personifikation, der Gott des fließenden Wassers. Idaia (Adjektiv weiblichen Geschlechts von Idee [Ἴδη] — Ida — dem Gebirge der Troas) ist die Personifikation des Erdbodens, eine Bergnymphe, eine Oreade. Das fließende Wasser reißt Boden mit fort, beladet sich mit Sinkstoffen, die es absetzt, sobald sein Gefälle und die Stromgeschwindigkeit sich mindert. Was vormals eine Bucht, eine Seitennische, eine Föhrde des Hellespontes war, wird zum Schwemmlande, zur Marsch,

Digitized by Google

zur troischen Ebene; der Ehe von Skamandros und Idaia entsproßt Teukros.*)

Die Ilias reicht nicht bis Teukros hinauf. Sie läßt den Aeneas (griechisch Aineias) dem Achill mittheilen: „Der Wolkensammler Zeus ist Vater des Dardanos. Dieser baute Dardania. Noch war die heilige Ilias in der Ebene nicht erbaut als Wohnung der sprachbegabten Menschen; auf den Hängen des quellenreichen Ida wohnten sie noch.“ Mehr erfahren wir aus der Ilias nicht; wir wenden uns wieder an Apollodor. Von zwei Nachkommen des Dardanos stammten die Linien, deren eine zu Priamos und Hektor, die andere zu Anchises und Aineias führt. Der Dardanosabkömmling Ilos ging nach dem Nachbarlande (südlich vom Hauptstock des Ida) Phrygien, siegte in Kampfspielen, die der dortige König angeordnet hatte, und erhielt als Lohn 50 junge Paare zur Gründung eines neuen politischen Gemeinwesens in der Troas.

Nach einem in vielen Städte-Gründungssagen (nachmals auch christlichen) wiederkehrenden Orakelmotive bestimmte ein geweihtes Thier (hier eine buntgefleckte Kuh), welchem zu folgen war, durch Niederlegen den Ort, wo die neue Ansiedelung erfolgen sollte. Wir müssen annehmen, daß es der heutige Hügel Hissarlik gewesen, der in der angegebenen Weise dem Ilos angewiesen worden ist. Nach Apollodor heißt derselbe der „Hügel der phrygischen Ate“. Das Beiwort „phrygisch“ giebt einen wichtigen Fingerzeig: von Phrygien ging der Kolonistenzug aus. Der Ida mußte überschritten werden, aber „auf den Hängen des quellreichen Ida“ wohnten ja schon Menschen, lag Dardania, war also bereits ein Staatswesen eingerichtet; um ein neues zu gründen, mußte Ilos darüber hinaus, in die Ebene, die damals noch nicht oder nur erst sehr dünn bewohnt gewesen sein dürfte, weil sie noch zu

*) Der Wahrheit suchende Kritiker darf nicht außer Acht lassen, daß die Gründungssage nach Apollodor dafür spricht, daß der Hauptfluß der Troas, also der heutige Mendereh der alte Skamandros ist, denn es liegt doch auf der Hand, daß, wenn man im Mythos einen Fluß zum Stammvater des Herrschergeschlechtes gemacht hat, dies der Hauptfluß und nicht ein nur den fünften Theil so langer Nebenfluß gewesen sein wird. Die Bunarbaschi-Hypothese wirft diese Erwägung noch nicht um; aber an der Zutheilung der alten Namen kann man irre werden.

Digitized by

junges Schwemmland oder Marsch, vielleicht bis vor Kurzem Watt gewesen war. Aber der Höhenzug, der bis in den Winkel reichte, den das Hauptthal (heut Mendereh) und zwei Seitenthäler (heut Dumbrek-Su und der Bach von Tschiblak) umschlossen, lag schon trocken.

Wenn, wie wahrscheinlich, die Orakelkuh instinktmäßig sich auf der Höhe (der Geest) gehalten hatte, war es sehr natürlich, daß sie Halt gemacht und sich niedergelegt hat, da wo der trockene Weg aufhörte und Marsch oder gar Sumpf und saures Gras anfing. Mochten es bis dahin auch nur wandernde Hirten gewesen sein, die ihr Vieh den Höhenzug abweiden ließen, sie werden den ausgezeichneten Punkt im Gelände, den höheren Hügel, mit dem der Bergzug abschloß, nicht übersehen, sie werden auf ihm einen Altar aus losen Steinen geschichtet und der „phrygischen Ate" geopfert haben. Der phrygischen! Denn sie selbst stammten ja wohl aus Phrygien, und jedenfalls war das mit ihrem Bischen Kultur und Kultus der Fall. Hätten sie die altbabylonische Keilschrift gekannt und ihre Gebete in derselben aufgezeichnet, sie würden ohne Zweifel ganz so gelautet haben, wie die auf der Dioritstatue des Königs Gudea im Lande Ur eingeritzten.

Altbabylonische oder chaldäische Religion und Sitte wird damals und noch Jahrhunderte danach, und wohl auch noch zur Zeit des trojanischen Krieges in der Troas gegolten haben. Es ist ein Zeugniß von Bedeutung für die verhältnißmäßige Jugend der Ilias, daß Trojaner und Griechen in nichts, was Kultur und Kultus betrifft, sich voneinander unterscheiden, daß die Troas bereits gräzisirt, daß aus der phrygischen Ate die ilische Athene gewonnen ist.

Apollodor gebraucht, sozusagen in einem Athemzuge, beide Benennungen; ihm sind das Synonyma! Das ist freilich unhistorisch und unkritisch; aber wie dürfte man Homer und Apollodor tadeln, wenn z. B. noch heut in jedem Schulwörterbuche zu lesen steht: „Palladion: ein geschnitztes Pallasbild, einst auf der Burg von Troja aufbewahrt, von Odysseus und Diomedes geraubt ꝛc."

Ein Bild der Pallas-Athene, der griechischen Göttin, war es freilich in den Augen Homers, da es aber die Sage (die Apollodor berichtet) auf das Gebet des Ilos vom Himmel gefallen sein läßt, so war es ein uraltes Idol, ein altbaby-

Digitized by Google

lonisches. Die Griechen, die Troja belagerten, haben dieses Idol geraubt, nicht weil es ein Abbild der heimischen, sondern gerade weil es das einer fremden Gottheit war, ein Schiboleth, ein Talisman ihrer Feinde, das diesen Kraft verlieh. Zur fremden Volksgöttin beteten sie nicht, weil diese sie doch nicht erhört hätte, aber Göttlichkeit und Macht gestanden sie ihr zu.

Die Gründung des Ilos ist eine Abzweigung. Seine Ilios ist die Tochter der Mutter Dardania. Später ist Ilium emporgekommen und Dardania (die Stadt) gesunken und verschollen; den Namen führte zur Zeit des trojanischen Krieges ein gewisser Bezirk der Troas, eine Art Vasallenstaat, der in der Seitenlinie, welcher Aeneas angehörte, sein besonderes Dynastengeschlecht hatte. Laut Ilias hat Ilion ein „dardanisches Thor". Vielleicht hat gerade der Besitz des uralten Gnadenbildes, das dem Städtegründer beschеert worden war, dazu beigetragen, daß die Stadt des Ilos sich zur Hauptstadt der Troas aufgeschwungen hat.

Zur Zeit des Ilos blühte noch Dardania. Die Herrscher des oberen und des unteren Landes, diesseits und jenseits der Felsenenge des troischen Hauptwasserlaufs (des heutigen Mendereh) waren nahe verwandt; die ältere (obere) Herrschaft war die umfangreichere, ohne Zweifel mächtigere; ein strategischer Punkt und leicht zu fortifiziren war („damals wie heut") die Mündung des Durchbruchs-Engpasses ins Unterland, aber es war kein politischer Grund vorhanden, den strategisch-fortifikatorischen Vortheil der Lage auszunutzen, die Sperrfeste anzulegen. Als die „hauptumlockten Achäer" ihre Rachefahrt gegen die „Teukrer" oder „Dardanier" unternahmen, kamen sie nothgedrungen vom Hellespont her, und *Ilion* auf Hissarlik lag im ersten Anlauf.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß in der Folgezeit — sei es *vor*, sei es *nach* dem trojanischen Kriege gewesen — aus der es keinerlei Kunde giebt außer dem, was sich aus Resten rohen Bruchsteinmauerwerks entnehmen läßt — daß am Durchbruchs-Engpaß *Sperrforts* existirt haben, hüben wie drüben. Auf dem linken Schluchtrande haben — abgesehen von vielen anderen Reisenden — Lechevalier, Moltke, Forchhammer und Schliemann solche Reste gesehen; aber auch auf dem rechten Schluchtrande giebt es deren. Darunter eine Stelle, die selbst den indolenten Türken so aufgefallen ist, daß sie dieselbe durch ihr „Hissar-lik"

Digitized by Google

ausgezeichnet haben; hier mit vorgesetztem „Eski-", also „Altenburg".

Hiermit wären wir nun wohl allen Parteien, allen möglichen Ansprüchen gerecht geworden.

Leider hat Schliemann etwas bluten müssen; zum Ersatze oder Troste mag ihm ein letztes Wort gewidmet sein.

Als er den Hügel an- und durchschnitten hatte, wie wenn er eine Eisenbahn hätte bauen wollen, erkannte er, daß die Schuttkruste der natürlichen Felskuppe deutlich geschichtet war. Er verkündete diese Wahrnehmung der Welt in der Form: „Sieben Städte nacheinander haben hier im Laufe der Zeit existirt." Diese Ausdrucksweise war ungeschickt und unglücklich gewählt und hat zu allerlei Unzuträglichkeiten geführt. Es ist nur zweierlei zu unterscheiden: Das geschichtliche Ilium (Schliemanns siebente oder die ätolische Stadt) und das vorgeschichtliche Ilium (Schliemanns erste bis sechste Stadt). Nur mit dem vorgeschichtlichen haben wir es hier zu thun. Dasselbe hat in einem langen Leben wechselnde Schicksale erfahren; zweimal hat es eine Burg gehabt, und die Burg ist in feindliche Hände gefallen und durch Brand zerstört worden. Hiermit sind wir bereits über Schliemann hinausgegangen. Schliemann wußte nur von einer Burg; es war seine zweite Stadt. Diese hat er als das Troja des trojanischen Krieges aufgefaßt und bis an sein Lebensende dafür gehalten. Im abgelaufenen Jahre 1893 hat Schliemanns Freund und Arbeitsgenosse, Professor Dr. Dörpfeld vom deutschen archäologischen Institut in Athen, die Hissarlikforschung wieder aufgenommen und als die Burg des Priamos die Pergamos der Ilias, Schliemanns sechste Stadt, festgestellt.

Also hat es zwei vorhistorische Trojaburgen und zwei Trojazerstörungen gegeben. Das ist etwas Neues; in hohem Grade auffallend. Aber es ist kein Rückzug, keine Blamage, wie Feind Böttticher hohnlachend verkündet; es ist eine Ergänzung, eine Erleuchtung, eine Steigerung der Wahrscheinlichkeit, daß im Hügel Hissarlik das reelle Troja begraben gelegen hat.

Die Sage kommt zu Hülfe. Laomedon, der Vater des Priamos, hatte sich den Zorn der Götter zugezogen. Poseidon sandte ein menschenfresserisches Drachenungethüm, dem (ein sich mehrfach wiederholendes Motiv) schließlich der gestrafte Fürst seine Tochter Hesione zu opfern sich entschließen mußte. Herakles (der

Digitized by Google

Lieblingsvolksheld, dem die Sage zu seinen berühmten zwölf Thaten nicht Extrathaten genug hat andichten können) intervenirte auch hier und tödtete den Drachen. Nach damaligem Heldengewohnheitsrechte fiel die vom Drachen befreite Prinzessin dem Befreier zur Beute. Er nahm (oder vielleicht behielt) sie nicht, sondern schenkte sie seinem Freunde Telamohn (nachmals Vater des einen der homerischen Ajax). Für sich nahm Herakles gewisse Zauberpferde des Laomedon in Anspruch. Laomedon suchte ihn zu betrügen, indem er den echten gewöhnliche unterschob. Aber Herakles ließ nicht mit sich spaßen. Er ging heim nach Griechenland, rief eine Schaar von Freunden und Kampfgenossen zusammen, ging zurück nach Troja, nahm es und zerstörte es, wobei auch Laomedon umkam. Den Bitten der Hesione nachgebend, verschonte er deren Bruder Priamos und überließ es ihm, sich und Troja zu retabliren. Aber Hesione blieb in Griechenland und in der Knechtschaft. Als Priamos zu Kräften gekommen war, forderte er die Schwester zurück; sie wurde ihm verweigert. Im Zorn darüber und als Rache dafür ließ er es zu — wenn er es nicht etwa gar angestiftet hat —, daß sein zweiter Sohn, Paris, die griechische Fürstin Helena raubte und nach Troja in Sicherheit brachte. So entbrannte der trojanische Krieg.

Die mitgetheilte Episode der vergeblichen Hesione-Zurückforderung ist nicht allgemein bekannt. Sie allein erklärt, was ohne dieses Motiv als ein psychologisches Räthsel erscheinen muß, die Thatsache, daß Priamos und sein unsträflicher Sohn Hektor, die am meisten sympathische Gestalt der Ilias, den Bubenstreich des Paris (Frauenraub unter Bruch des heiligen Gastrechtes) nicht nur geduldet, sondern begünstigt, ja vertreten und vertheidigt haben bis zur Vernichtung ihrer selbst, ihres Geschlechtes (mit Ausnahme des klugen Aeneas) und ihrer Stadt.

Die oben versuchte Erklärung der zwei Troja-Burgen bezw. Troja-Zerstörungen hat eine schwache Seite: Priamos mag sehr jung gewesen sein zur Zeit der ersten und sehr alt zur Zeit der zweiten Zerstörung — immerhin fallen die beiden Katastrophen in den Raum eines Menschenlebens. Das stimmt durchaus nicht mit dem Ausgrabungsbefunde, denn die Schuttablagerung zwischen Schliemanns zweiter und seiner sechsten Schicht weist durch ihre Mächtigkeit und ihre Zusammensetzung unwiderleglich auf einen beträchtlichen Zeitunterschied hin. Mag die Zählweise Schliemanns

Digitized by Google

willkürlich und unzutreffend sein, mögen also vielleicht nicht gerade drei (dritte, vierte, fünfte Stadt) verschiedene Ansiedelungen zu unterscheiden sein, so wird es doch darin bei Schliemanns frühester Wahrnehmung und Auffassung sein Bewenden haben müssen, daß auf die stattliche mauerumgürtete Anlage der zweiten Schicht schlechte, dorfartige Ansiedelungen gefolgt sind, also allem Anscheine nach Zeiten der Verödung, des Verfalls, nothdürftiger, mangelhafter Wiederherstellung.

Schliemann beunruhigte das weiter nicht; er hatte sein Troja; er war zufrieden mit der zweiten Schicht. Dörpfeld (und viele andere gründliche und unbefangene Forscher) nahmen dagegen Anstoß an der Dürftigkeit der Funde der zweiten Schicht. Wenn auch allenfalls das Mauerwerk genügte (die Burg war freilich recht klein; sie hätte, beiläufig, nur etwa den Bellealliance-Platz in Berlin ausgefüllt — ein Kreis von 100 m Durchmesser!), so weisen doch die Artefakte, die Kleinfunde, das Werk von Menschenhand aller Art auf eine primitive Kultur, auf Zustände, die jedenfalls den Schilderungen der Ilias sehr schlecht entsprachen. So ist es — vermuthlich auf Dörpfelds Betrieb — dazu gekommen, daß der bis dahin mißachteten sechsten Schicht größere Aufmerksamkeit geschenkt, derselben in größerem Umfange — (das Wort räumlich genommen!) nachgegangen worden ist.

Gespürt wurde die neue Fährte schon im Sommer 1890, wo Schliemann noch dabei war; ob und wie weit ihm selbst noch ein Licht über die Bedeutung der sechsten Schicht aufgegangen ist — darüber fehlt es (vorläufig wenigstens noch) an Kunde; nach seiner letzten veröffentlichten Aeußerung zu schließen, die er wenige Wochen vor seinem Tode niedergeschrieben hat, ist er im Glauben an sein Troja, das eine Troja, das der zweiten Schicht, gestorben. Erst nun, wo wir, auf Dörpfelds Empfehlung, das Troja des trojanischen Krieges in die sechste Schliemann-Schicht hinaufrücken sollen, entstand die Frage, was wir dann mit Schliemans Troja (der zweiten Schicht) anfangen sollen, und ergab sich der Lösungsversuch, die Herakles-Laomedon-Sage heranzuziehen und weiterhin gegen diesen das Bedenken wegen des der Sage nach geringen, dem Ausgrabungsbefunde nach aber beträchtlichen Zeitunterschiedes.

Zweierlei ist diesem Bedenken entgegenzuhalten. Erstens, was den Ausgrabungsbefund betrifft, so ist hier das letzte Wort

Digitized by Google

durchaus noch nicht gesprochen. Die kurze Kampagne von 1893 hat nur eben so viel ergeben, daß Dörpfeld es glaubte wagen zu können, seine neu gewonnene Auffassung öffentlich auszusprechen. Warten wir also ab, bis die bisherige sechste Schicht völlig klargelegt sein wird; erst dann wird sich die Beziehung zwischen Mächtigkeit der Schuttablagerung und Zeitunterschied so genau, wie überhaupt möglich, beurtheilen und eine Chronologie aufstellen lassen. Wenn dann — wie allerdings zu gewärtigen — die aus dem Ausgrabungsbefunde abgeleitete Chronologie mit derjenigen der Sage nicht stimmen sollte, so wird uns die Erwägung beruhigen und trösten dürfen, daß die Sage ihre eigene phantastische Zeitbehandlung hat, daß insbesondere, um des stärkeren Eindrucks willen, sie nicht nur dichtet, sondern verdichtet, zusammendrängt, dichter stellt.

Das thut nicht nur die Volkssage, sondern auch die Kunstdichtung. Die Oresteia des Aeschylos eröffnet bei Tagesgrauen der Wächter auf der Zinne des Palastes. Er klagt, daß er Nacht für Nacht, nun bereits seit zehn Jahren, auf das Spielen des optischen Telegraphen lauere. Da flammt ein Feuerzeichen auf einem Bergvorsprunge auf, der über den Palast hinweg sichtbar ist, und der Wächter, einen Freudenruf ausstoßend, verläßt seinen Posten und steigt hinunter in den Palast, um die frohe Botschaft zu verkünden. Der Chor der Greise von Mykene zieht ein und schlingt seinen Reigen. Klytämnestra tritt aus dem Palast und verkündet: Heut Nacht ist Troja gefallen. Auf die Frage des Chors, wie sie das jetzt schon, auf rund 400 km Entfernung, in der Luftlinie gemessen, wissen könne, erklärt sie, daß Zeichen verabredet gewesen seien von Insel zu Insel, von Berg zu Berg von Troja bis Mykene. Nun wieder Reigen und Rezitation des Chores; da tritt auch schon der Herold auf und kündigt den heimkehrenden König an. Kaum hat er Zeit, zu berichten, eine wie schlimme Seefahrt sie gehabt hätten, wie viel Aufenthalt durch widrige Winde — da erscheint auch schon der König mit großem Gefolge. Also eine Kette von Ereignissen, deren Endglieder um Monate auseinanderliegen, abgewickelt bei offener Szene, vor den Augen der Zuschauer in ebensoviel Minuten!

Wenn es der Sage beliebt hat, Laomedon und Priamos in das Verhältniß von Vater und Sohn zu bringen, zwischen Herakles und den Achäer-Bund unter Agamemnon, zwischen Hesione und

Digitized by Google

Helena nur ein Menschenalter Zeitunterschied zu setzen, so entspricht das demselben Kunstgesetze der Dichtung und Verdichtung und mag leicht ebenso lebensunwahr sein wie der erste Akt der Oresteia.

Lassen wir Personen- und Zeitangaben der Sage als Erfindung gelten und erachten für den historischen Kern nur die eine Thatsache, daß das vorgeschichtliche Ilium zwei Perioden des Glanzes und zwei Katastrophen erfahren hat. Dann harmoniren Sage und Ausgrabungsbefund und ergänzen und bestätigen einander.

Wird der verdiente Erläuterer der „Türkischen Briefe" für die nächste Auflage zu Nr. 33 eine neue Erläuterung schreiben? Schwerfallen kann ihm ja doch die Selbstberichtigung nicht, da sie zu Moltkes Vortheil geschähe!

In der sechsten Auflage hat der gewissenhafte Gelehrte für die weniger kundigen Leser das Geständniß gemacht: Dieser Moltke-Brief ist ganz und gar ein Irrthum. Freilich ein unverschuldeter, denn Moltke ist dem zur Zeit anerkannt besten Führer gefolgt; aber immerhin ein Irrthum, da der Führer den Weg nicht kannte und den Reisenden nicht an das rechte Ziel brachte.

Die Entdeckung des rechten Zieles verdankt die Troja-Forschung der unermüdlichen, opfervollen und opferfreudigen Thätigkeit Schliemanns im letzten Viertel des Jahrhunderts: Nicht am und auf dem Bali-Dagh. 13 km von der Küste des Hellesponts, sondern 7 km derselben näher, 3 km zur Seite des Weges, den Moltke unter Führung Lechevaliers gegangen war, — im Hügel Hissarlik ist der Troja-Tumulus zur Evidenz nachgewiesen.

Jetzt könnte hinzugefügt werden: Und doch ist der Moltke-Brief Nr. 33 vielleicht, wahrscheinlich kein Irrthum, oder doch nur Irrthum in Bezug auf das reelle Troja, auf die erhaltenen Mauerreste; kein Irrthum gegenüber der Ilias und deren fingirtem Troja! Jedenfalls schwankt die Wage, ist die Antwort zweifelhaft auf die Frage: Paßt die Lage am Bali-Dagh oder die von Hissarlik besser auf die Oertlichkeitsschilderung der Ilias?

Es könnte noch hinzugefügt werden: Eigentlich ist die letzte Frage eine sogenannte Doktorfrage. Am Ende ist die richtige Antwort: weder die eine noch die andere Lage deckt sich völlig

Digitized by Google

mit den Iliasangaben. Dichter ſind ja doch keine Pedanten und phantaſieloſe Handwerker, die ſich genau an das Modell halten müſſen! Was iſt nicht Alles frei erfunden in der Ilias: Helden mit Namen und Herkommen, Reden und Gegenreden, Gefechtsſzenen, Todesarten .... der Götter gar nicht zu gedenken, die ſich in die Kämpfe miſchen und ſich untereinander in die Haare gerathen! Und da ſoll ſich der Dichter nicht die Freiheit genommen haben, einen „Feigenhügel", „zwei Quellen, eine warme und eine kalte", eine „Waſchbank", wo die Troerinnen, als noch Friede im Lande war, die Feiertagsgewänder wuſchen — dergleichen Beiwerk, das nur ein techniſcher Kunſtgriff iſt, das Lebensvolle der Schilderung zu ſteigern — ſoll er nicht gewagt haben, frei zu erfinden? Da durchſtreifen ſie, die gelehrten Gegner, jeder ſein Feld, und ſuchen — jetzt nach 3000 Jahren — die Waſchbank, den Feigenhügel, wo möglich den Wind, der über dem Feigenhügel weht!

Laſſen wir uns alſo den Moltke-Brief Nr. 33 durch die Rückſicht auf Schliemann nicht verleiden, wenn er auch dem ſachlichen Inhalte nach unwahr und irreführend geworden iſt; der Form nach iſt er eins der ſtiliſtiſchen Kabinetsſtückchen, wie die „Türkiſchen Briefe" ſo zahlreich ſie aufweiſen.

Digitized by Google

III.

Neuorganisation der österreichischen Feldartillerie.

Stetig, wenn auch scheinbar langsam, geht die Vermehrung der österreichischen Artillerie, namentlich der Feldartillerie, vor sich. Es sind oft nur ganz unbedeutende Standesvermehrungen oder die Einrichtung einiger Abtheilungen, welche von der Kriegsverwaltung gefordert werden, und auch diese Neuerungen werden nicht sofort durchgeführt, sondern auf mehrere Jahre vertheilt. Da aber in kurzer Zeit eine neue kleine Vermehrung hinzutritt, so ist nach dem Verlaufe weniger Jahre die Möglichkeit gegeben, aus den bereits vorhandenen Elementen größere Körper zu bilden, ja eine ganz neue Organisation ohne bedeutende Kosten und darum auch ohne heftige Opposition von Seiten der Vertretungen beider Reichshälften durchzuführen, während früher nur zu oft die mit einem Schlage erfolgende Aenderung des Systems nur mit großer Mühe und nach langen Verhandlungen stattfinden konnte, ja für einige Zeit auf die gleichmäßige Ausbildung der Truppen hemmend einwirkte.

So hat die österreichische Feldartillerie seit dem Jahre 1890 mehrere Aenderungen erfahren, welche, einzeln für sich betrachtet, keine große Vermehrung bedeuteten, zusammengenommen aber als ziemlich ansehnlicher Zuwachs erscheinen (s. Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere, 6. Heft, 1890). Und abermals ist eine Vermehrung, ja eine durchgreifende Aenderung der Organisation der Feldartillerie beschlossen und bewilligt und muß dieselbe nothwendig in kürzerer oder längerer Zeit weitere und vielleicht bedeutende Standesvermehrungen und Neuformationen nach sich ziehen. Die neue Organisation kann eben nur bei flüchtiger Be-

Digitized by Google

trachtung für abgeschlossen betrachtet werden, und mag nur die Art ihrer weiteren Ausbildung augenblicklich noch nicht festgestellt sein.

Der im Jahre 1885 durchgeführten Umwandlung der bis dahin bestandenen Feldartillerie-Regimenter in 14 Brigaden folgte eine dreijährige Ruhepause. Die Brigade bestand aus dem Korps-Artillerie-Regiment und zwei selbständigen Batterie-Divisionen zu je drei fahrenden schweren Batterien. Das Regiment hatte eine Division zu drei schweren und eine Division zu zwei leichten Batterien. Außerdem hatten acht Brigaden je eine Division zu zwei reitenden Batterien und sechs Brigaden je zwei Gebirgsbatterien. Endlich hatten neun Korps-Artillerie-Regimenter im Kriegsfalle eine schwere Division zu drei Batterien, für welche im Frieden nur ein Kadre von minimaler Stärke vorhanden war, aufzustellen. Die schweren Batterien hatten Geschütze von 9-, die leichten und reitenden solche von 8- und die Gebirgsbatterien von 7-centimetrigem Kaliber, und zählten Letztere 4, die reitenden Batterien 6, alle übrigen 8 Geschütze auf dem Kriegsstande.

Erst 1888 erhielten auch die übrigen fünf Regimenter einen Kadre für die Aufstellung einer schweren Division, und 1889 wurde die Aufstellung einer vierten schweren Batterie bei jedem Korps-Artillerie-Regimente angeordnet, das vorläufig aus einer Division zu vier schweren und einer zu zwei leichten Batterien bestehen sollte. Auch sollte die Aufstellung nur successive durchgeführt werden. Es war vorauszusehen, daß diese Bestimmungen, weil sie nur vorläufig ergangen waren, bald durch andere ersetzt werden würden, zumal da die Organisation der übrigen Theile des Heerwesens inzwischen bedeutend vervollkommnet worden war.

Sowohl die ungarische Landwehr, auf deren Entwickelung gleich anfänglich sehr bedeutende Geldmittel aufgewendet worden waren, als auch die österreichische, deren Organisation in den letzten Jahren rastlos vervollkommnet worden war, wurden nun ausdrücklich dazu bestimmt, in erster Linie und neben den Truppen des stehenden Heeres verwendet zu werden, während bisher ihre Verwendung nur in zweiter Linie oder erst bei längerer Dauer eines Feldzuges vorgesehen war. Durch die fortgeschrittene Vervollkommnung der Landsturmorganisation wurden nun auch jene Abtheilungen der Landwehr verfügbar, welche man bisher nur für den Garnisondienst im Innern des

Digitized by Google

Reiches bestimmt hatte. Unter Umständen konnte sogar ein Theil des Landsturmes den im Felde stehenden Truppen beigezogen werden. Auch hatte man die Zahl und den Stand der Landwehrtruppen vermehrt und erhöht. So hatte man z. B. die ungarische Landwehr-Kavallerie von 40 auf 60 Schwadronen gebracht.

Die Zahl der im besten Falle -- mit Einschluß der Gebirgsbatterien — aufzubringenden Geschütze stand, wenn sie auch früher zur Noth entsprochen hatte, nicht mehr im richtigen Verhältniß zu der vermehrten Zahl der übrigen Truppen. Und während Letztere sofort und gleichzeitig ins Feld rücken konnten, vermochte ein Theil der Artillerie erst etwas später, sich in marsch- und gefechtsfertigen Stand zu versetzen.

Und dieses betraf gerade die Artillerie der Landwehrtruppen. Man hatte für Letztere allerdings eine annähernd genügende Zahl von Batterien bestimmt. Es waren jene den Korps-Artillerie-Regimentern einverleibten, im Frieden durch einen ganz minimalen Kadre vertretenen 14 Batterie-Divisionen, die erst im Mobilmachungsfalle sich als selbständige Divisionen formirten. Unter den früheren Verhältnissen hatte die Sache keinen Anstand, denn die Batterien waren, wenn der Befehl zum Ausmarsche der Landwehr eintraf, gewiß vollkommen schlagfertig. Das war nun bei aller Mühe nicht möglich, denn die auf den Kadre gesetzten Batterien konnten mit den übrigen bei der Ausrüstung und Einübung nicht gleichen Schritt halten, und die Verspätung mochte, auch wenn sie nur drei bis vier Tage betrug, die schwersten Folgen haben.

Die Versetzung dieser Batterie-Divisionen auf den normalen Friedensstand der anderen Batterien war daher zur Nothwendigkeit geworden, und es verschlug wenig, daß auch diese Verfügung nicht sofort, sondern gewissermaßen ratenweise durchgeführt wurde. Nach Ablauf der zugesagten Frist konnten demnach alle fahrenden und reitenden Batterien einer Brigade zu gleicher Zeit in kriegsbereiten Stand gesetzt werden, und konnte höchstens bei jenen Gebirgsbatterien, welche (ausnahmsweise) neu errichtet wurden, eine geringe, jedoch ganz belanglose Verspätung eintreten.

Indessen machte auch (seit 1890) die Entwickelung der Festungsartillerie erfreuliche Fortschritte, und es erhielt Letztere 1891 eine ganz geänderte und entsprechendere Organisation. Dieselbe grenzte die Festungsartillerie in schärferer Weise als bisher

Digitized by Google

von der Feldartillerie ab, trug aber indirekt zur Verstärkung der Letzteren bei, indem sie die Möglichkeit bot, mehrere der Letzteren bisher zugewiesene Aufgaben zu übernehmen.

Die bisher bestandenen überstarken 12 Bataillone wurden in 18 umgewandelt. Dieselben wurden in drei Regimenter zu je drei und drei Regimenter zu je zwei Bataillonen zusammengezogen. Drei Bataillone blieben „selbständig". Die dem bisherigen 9. Bataillon in Tirol zugewiesenen drei Gebirgsbatterien wurden als eine der Feldartillerie zugehörende Abtheilung, die im Kriege sechs Batterien formirt, aufgestellt. Zugleich wurde ein General als Inspektor der Festungsartillerie ernannt.

Weiter wurden die Kadres für fünf mobile Belagerungs-Batteriegruppen aufgestellt, und wurden diese Kadres seither wiederholt, wenn auch immer nur um einige Kanoniere, Fahrer und Pferde vermehrt. Im erforderlichen Falle können die mobilen Batterien der Festungsartillerie auch der operirenden Armee zugetheilt werden, und es ist möglich und zulässig, von der Festungsartillerie bediente Batterien als Ausfallbatterien oder für Truppen zweiter und dritter Linie zu formiren. Die Zahl dieser Batterien kann mit Hülfe des Landsturms ansehnlich vermehrt werden, da die landsturmpflichtigen gedienten Artilleristen in die Festungsartillerie eingereiht oder aus denselben eigene Landsturm-Artillerieabtheilungen für den reinen Festungsdienst formirt werden können.

Eine in artilleristischer Beziehung höher als die etwaige Errichtung einiger neuen Batterien zu schätzende Verstärkung erhielt jedoch die Feldartillerie im Vorjahre dadurch, daß die 8 cm Kanonen ganz ausgeschieden und sowohl die bisherigen leichten fahrenden als auch die reitenden Batterien mit 9 cm Kanonen ausgerüstet wurden. Die österreichische eigentliche Feldartillerie ist somit im Besitz eines **Einheitsgeschützes**, und nur die Gebirgsartillerie führt Kanonen von 7 cm Kaliber. Es wurde dadurch die von Manchen befürwortete Einführung der Kanonen von 10½ cm Kaliber umgangen, und können Batterien von solchen Geschützen etwa nur bei den Reserven als Positionsartillerie ihre Eintheilung und Verwendung finden.

Zugleich wurde das Korps-Artillerie-Regiment in zwei gleiche Divisionen zu je drei Batterien gegliedert.

Die Brigade besteht somit gegenwärtig, abgesehen von den reitenden Batterien oder der Gebirgsartillerie, aus dem Korps-

Digitized by Google

Artillerie-Regiment zu zwei Divisionen und drei selbständigen Batterie-Divisionen, zusammen also aus 15 gleich starken und ausgerüsteten Batterien mit — auf dem Kriegsstande — 120 Geschützen. Die Zahl der reitenden Batterien ist seit acht Jahren unverändert geblieben, und es wurde nur der Mannschafts- und Pferdestand um ein Unbedeutendes erhöht.

Nun aber ist, wie schon angedeutet, eine abermalige Vermehrung, ja eine auf dieselbe gegründete neue Organisation nicht nur in Sicht, sondern auch als beschlossene Sache zu betrachten, wenn auch Letztere erst 1894 ins Leben tritt und Erstere gleich den meisten bisher angeordneten Vermehrungen erst nach zwei Jahren durchgeführt sein wird. Allerdings beträgt diese Vermehrung wieder nur 14 Batterien, aber die damit im Zusammenhange stehende Aenderung der Organisation ist ungeachtet der vorläufig durch dieselbe beanspruchten geringen Kosten von der weittragendsten Bedeutung.

Wie immer, waren auch vor der Eröffnung der diesjährigen Delegationen die verschiedensten Gerüchte über die zu erwartenden kriegsministeriellen Vorlagen im Umlaufe. Doch wurde das Geheimniß so gut gewahrt, daß die Tagespresse keinen greifbaren Anhaltspunkt fand, um für oder gegen die Vorlagen Stimmung zu machen. Die angeblich an maßgebender Stelle gemachte Aeußerung, daß die Avancementsverhältnisse bei der Artillerie mit jenen bei den anderen Waffengattungen in Einklang gebracht werden sollten, ließen allerdings eine geplante Vermehrung der Artillerie erwarten.

Die Forderung, daß nur 14 Batterien errichtet werden sollten, blieb hinter dem, was man erwartet hatte, zurück, und da die Organisationsänderung eigentlich nur eine andere Gruppirung der bereits vorhandenen Elemente war, wurde man dadurch nicht besonders überrascht. Diesem Umstande und den vertraulichen Aufklärungen des Kriegsministers in den Delegationsausschüssen war es zu danken, daß diese Anträge, welche vor wenigen Jahren der heftigsten Opposition begegnet haben würden, von den Ausschüssen nach ganz kurzer Berathung gebilligt und zur ungeänderten Annahme empfohlen wurden.

Diese neue Organisation besteht darin, daß von den beiden Batterie-Divisionen jedes Korps-Artillerie-Regiments je eine Batterie losgetrennt und einer der beiden ersten selbständigen

Digitized by Google

Batterie-Divisionen der Brigade angegliedert wird. Der dritten selbständigen Batterie-Division der Brigade wird eine der neu zu errichtenden 14 Batterien zugetheilt. Es werden auf diese Weise in jeder Brigade vier Körper zu je vier Batterien formirt, welche als Korps- und Divisions-Artillerie verwendet werden, jedoch einfach als Feldartillerie-Regimenter bezeichnet werden sollen, so daß die Zahl der Regimenter von 14 auf 56 vermehrt wird. Jedenfalls werden diese neuen Regimenter in zwei Abtheilungen oder Divisionen zu je zwei Batterien eingetheilt werden.

Jedenfalls bietet diese neue Gliederung der Feldartillerie bedeutende Vortheile, und vor Allem ist das Verlangen nach einer Verstärkung der Divisions-Artillerie erfüllt worden. Bei der bedeutenden Stärke der österreichischen Infanterie-Divisionen, die schon jetzt in der Regel 14 Bataillone zählen und in Zukunft häufig auf 16 gebracht werden dürften, ist dieses Verlangen ganz gerechtfertigt, um so mehr da den etwa den Divisionen zugetheilten Kavallerie-Regimentern fallweise halbe oder ganze Batterien beigegeben werden müssen. Die reitenden Batterien sind nur für die selbständigen Kavallerie-Divisionen bestimmt, und ist deren Zahl gegenwärtig offenbar zu gering.

Bei genauerer Betrachtung dieser Organisation ist jedoch ersichtlich, daß sie keineswegs als abgeschlossen betrachtet werden darf, vielmehr eine weitere Vermehrung nothwendig und — zu erwarten ist.

Vorerst erscheint eine Vermehrung der reitenden Batterien geboten. Die Kavallerie des stehenden Heeres ist zwar seither nur um ein Regiment vermehrt worden, aber dafür hat die Kavallerie der Landwehr eine um so größere Bedeutung erlangt. Die österreichische Landwehr dürfte allerdings ihre Kavallerie für die eigenen Divisionen und für den Etappendienst benöthigen. Dafür ist die ungarische Landwehr-Kavallerie, 10 Regimenter mit 60 Schwadronen, zur Formirung größerer Körper verfügbar und auch bestimmt. Dabei muß bemerkt werden, daß Ungarn auch bei seinem Landsturm eine bedeutende Zahl von Reitern besitzt, durch deren Verwendung zum Etappendienste, zur Grenzbewachung u. dgl. die übrige Kavallerie für den Schlachtendienst verfügbarer wird.

Digitized by Google

Die für das Jahr 1894 bereits beschlossene Aufstellung der Stäbe zweier neuen Kavallerie-Divisionen läßt die Vermehrung der reitenden Artillerie um einige Batterien voraussehen.

Die Korps-Artillerie-Regimenter bestehen gleich den bei den Divisionen eingetheilten Regimentern aus nur vier Batterien.

Zu der Zeit, da die gesammte Divisions-Artillerie eines Armeekorps aus neun oder gar nur sechs Batterien bestand, möchte eine aus fünf oder sechs Batterien gebildete Reserve wohl zu stark sein. Eine Reserve von nur vier Batterien aber erscheint nicht nur gegenüber den zwölf Batterien bei den Divisionen, sondern auch an sich zu gering bemessen. Die Reserve muß eine solche Stärke besitzen, um durch ihr Eingreifen eine rasche Entscheidung herbeizuführen, was von einer Abtheilung von nur vier Batterien, von welchen vielleicht ein Theil als Ersatz für demontirte Geschütze 2c. bereits aufgebraucht wurde, nicht mit Zuverlässigkeit erwartet werden kann.

Wohl besitzen die russischen Armeekorps gegenwärtig keine Artilleriereserve, aber es ist nicht anzunehmen, daß die Armee irgend eines Großstaates diesem Beispiele nachfolgen wird, und dann ist eine russische Truppendivision so reichlich mit Artillerie versehen, daß eine ihr gegenüberstehende fremdländische sehr bald die Unterstützung von Seiten ihrer Korps-Artillerie beanspruchen müßte. Uebrigens kann die gegenwärtige Eintheilung der russischen Artillerie im letzten Augenblicke dadurch geändert werden, daß die Batterien der noch im Innern des Reiches stehenden Truppen herangezogen werden. Eine mehr oder minder bedeutende Verstärkung der Reserveartillerie ist daher nicht nur wünschenswerth, sondern auch nicht unwahrscheinlich.

Die früher bei der Korps-Artillerie eingetheilten leichten Batterien waren auch dazu bestimmt, jenen Kavallerie-Regimentern oder Brigaden, welche keine reitende Artillerie besaßen, beigegeben zu werden. Die Nothwendigkeit hierzu würde auch jetzt sich oft genug ergeben, und es würde, so wenig geeignet auch eine fahrende, früher ausdrücklich als „schwere" bezeichnete Batterie geeignet erscheint, doch geschehen müssen, hierdurch aber die Stärke der Reserve gleich anfänglich in fühlbarer Weise vermindert werden. Zur Zeit der glatten Geschütze galt es in Oesterreich als Norm,

Digitized by Google

daß möglichst viele Kavallerie-Batterien, namentlich jene der schweren Kavallerie, der Armee-Geschützreserve zugetheilt wurden, und auch später, als eigene „Reserveartillerie-Regimenter" bestanden, waren dieselben zum Theil aus Kavallerie-Batterien gebildet. Man hielt es für nothwendig, daß die Reserve nicht nur eine bedeutende Kraft besitze, sondern auch *schnell* die auf irgend einem Punkte verlangte Unterstützung bringe. Vielleicht werden diese Grundsätze auf die etwaige künftige Gestaltung der Korps-Artillerie Einfluß üben? Man war befriedigt über die Einführung eines Einheitskalibers, vermißte aber ungern die *leichten* Batterien.

Die Divisions-Artillerie-Regimenter werden sowohl wegen der Gleichförmigkeit, als weil eine Abtheilung von vier Batterien*) nicht wohl von *einem* Kommandanten direkt kommandirt werden kann, ebenfalls in zwei Unterabtheilungen — Divisionen — gegliedert werden. Die Stärke der künftigen Divisions-Artillerie ist jedenfalls eine bedeutende und überragt jene anderer Artillerien. Es ist aber gewiß, daß der Kommandant der Divisions-Artillerie in der bisherigen Stärke seine Abtheilung thunlichst beisammen zu halten suchte und Detachirungen möglichst vermied, sowie man auch eine Theilung der Abtheilung von Seiten der oberen Führung nicht wohl fordern konnte.

Jetzt dürfte die Sache sich anders gestalten und die Versuchung, die Divisionen des Regiments getrennt zu verwenden, sehr nahe liegen. Der Divisions-Artillerie einer anderen Armee in der normalen Stärke gegenüber aber würde sich eine solche Abtheilung von nur 16 Geschützen im entschiedenen Nachtheile befinden. Vielleicht haben auch Jene nicht so Unrecht, welche einer solchen Abtheilung eine gewisse Starrheit und Unbiegsamkeit zum Vorwurfe machen.**) Uebrigens würde vielleicht eine ganz geringe Verstärkung schon genügen, aber sie ist wünschenswerth.

---

*) Selbstverständlich sind hier die österreichischen Batterien zu acht Geschützen gemeint. Eine Zahl von 24 Geschützen, ob in drei oder vier Batterien getheilt, erscheint in dieser Hinsicht als das Maximum.

**) Eine Abtheilung zu drei kleinen Batterien ist einer zu zwei großen vorzuziehen.

Digitized by Google

Zu jener Zeit, da außer England alle Staaten Batterien von acht Geſchützen hatten, hielt man in Oeſterreich beharrlich an den althergebrachten kleinen Batterien zu vier Kanonen und zwei Haubitzen feſt und wußte viele Gründe für deren Zweckmäßigkeit anzuführen. Erſt 1850 nahm man die Batterien zu acht Geſchützen an.

Mit der Einführung der gezogenen Geſchütze, da nunmehr nur Geſchütze einerlei Gattung ſich in einer Batterie befanden, ging man in den meiſten Armeen auf ſechs Geſchütze zurück, und nur in Oeſterreich verblieb man bei dem alten Syſtem. Es geſchah dieſes aber nicht aus taktiſchen Gründen, ſondern aus — ökonomiſchen Rückſichten. Man erſparte die „Stäbe" für den vierten Theil der Batterien und konnte Letztere im Frieden auf den halben Stand ſetzen, was bei einer Sechskanonen-Batterie nicht wohl anging.

Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß, wenn neuerlich eine Verſtärkung der Feldartillerie angeregt wird, dabei auch die Geſchützzahl der Batterien zur Sprache kommt. Die Sache iſt ſchon wiederholt erwogen worden, und die Thatſache, daß die reitenden Batterien nur ſechs Geſchütze haben, zeigt, daß man die „taktiſchen Bedenken" (eigentlich war es nur das eingelebte Exerzirreglement) nicht ſehr beachtet. Die Vermehrung jedes Regiments um zwei Batterien zu je acht Geſchützen würde, ob in mehreren Friſten oder mit einem Schlage, wohl niemals beantragt und bewilligt werden können und — wäre auch überflüſſig.

Würden aber die Batterien aus nur ſechs Geſchützen formirt werden, ſo würden die Regimenter auf 36, ihre Diviſionen auf 18 Geſchütze, alſo eine ganz entſprechende Zahl gebracht werden können, und würde dieſe Vermehrung um vier Geſchütze bei jedem Regiment im Ganzen doch 224 betragen.

Die Koſten der neuen Organiſation ſind, von der Aufſtellung der neuen Batterien abgeſehen, verhältnißmäßig gering, da nur der kleinere Theil der Regimenter von Oberſten, ein Theil der Diviſionen aber nicht von Stabsoffizieren, ſondern von älteren Hauptleuten kommandirt werden ſoll.

Die wiederholt angeregte Formirung der Gebirgsartillerie in mehrere ſelbſtändige Körper iſt nur eine Frage der Zeit oder vielmehr durch die Aufſtellung der Gebirgsabtheilung in Tirol

Digitized by Google

schon angebahnt worden, und es brauchen nur die — zumeist in Bosnien, Herzegowina und Dalmatien stationirten — Batterien von ihren Regimentern abgetrennt und in zwei oder drei ähnliche Abtheilungen vereinigt zu werden.

Anmerkung 1.*) Da die von dem früheren Reichskriegsminister FZM. Frhr. v. Bauer geplanten und von den Delegationen bewilligten Reformen größtentheils schon 1893 durchgeführt wurden und nur bei der Artillerie keine Vorbereitungen bemerkt wurden, so gewann es den Anschein, als ob die Reorganisation dieser Waffe durch das Ableben des Ministers auf „gelegenere Zeit" vertagt worden sei. Das ist jedoch nicht der Fall, und es dürfte bei der Drucklegung des vorstehenden Aufsatzes die Organisation der österreichisch-ungarischen Feldartillerie in ihren Grundzügen — nur in wenigen Punkten von dem ursprünglichen Plane abweichend — durchgeführt worden sein.

Die in jedem der 14 Korpsbezirke gegenwärtig bestehenden drei selbständigen Batterie-Divisionen werden in Regimenter umgestaltet, welche aus je vier fahrenden Feld-Batterien, einer Ersatz-Batterie und einem Munitionspark-Kadre bestehen sollen. Da die Batterie-Divisionen eines Korps nur neun Batterien zählen, so werden die fehlenden drei Batterien dadurch aufgebracht, daß von jeder der beiden Divisionen des Korpsartillerie-Regiments eine Batterie ausgeschieden und eine dritte Batterie neu errichtet wird. Diese 42 neuen Regimenter sind die Divisionsartillerie von 42 Truppen-Divisionen des Heeres, der österreichischen und ungarischen Landwehr, während die 14 alten Regimenter, die nun die gleiche Batteriezahl wie die neuen haben, wie bisher die Korpsartillerie bilden werden. Doch sollen sämmtliche 56 Feldartillerie-Regimenter in fortlaufender Reihe numerirt werden. Außer dem Regimentschef — einem Oberst oder Oberstlieutenant — wird bei jedem Regiment nur ein Stabsoffizier systemisirt, daher im Ganzen nur die Schaffung von 28 neuen Majorsstellen bevorsteht.

Bei dieser Umgestaltung kommen jedoch die Gebirgs-Batterien im Okkupationsgebiete, die Gebirgsbatterie-Division in Tirol und die reitenden Batterien nicht in Betracht. Letztere bleiben vorläufig bei jenen acht Korpsartillerie-Regimentern, in deren Stand sie sich gegenwärtig befinden, wogegen die Gebirgs-Batterien die Artillerie der Divisionen und selbständigen Brigaden des 15. Korps (im Okkupationsgebiet), der Truppen in Dalmatien und eines Theils des 14. Korps

*) Der vorstehende Artikel war bereits Mitte vorigen Jahres der Redaktion zugegangen, hat aber bis jetzt keinen Platz gefunden. Wir geben die nachträglich eingetroffenen Anmerkungen, wie der Verfasser sie niedergeschrieben hat.

Digitized by

(in Tirol) bilden. Die überschüssige Artillerie des letzteren Korps dürfte eine anderweitige Eintheilung finden, wie ja auch jetzt das 14. Korps-artillerie-Regiment nicht in Tirol, sondern in Wien stationirt ist. Ob die Gebirgsartillerie später auch in Regimentsverbände vereinigt wird, ist eine der Erledigung harrende Frage. Dagegen wird schon jetzt als bestimmt angenommen, daß in nicht allzu ferner Zeit die Korpsartillerie-Regimenter wieder auf den Stand von sechs Batterien gebracht werden und eine Vermehrung der reitenden Batterien angestrebt wird. Die Zahl derselben ist ungeändert geblieben, obgleich die Kavallerie des stehenden Heeres um ein Regiment, jene der ungarischen Landwehr um 20 und die der österreichischen Landwehr um 12 Schwadronen vermehrt wurde und in Ungarn im Kriegsfalle auch eine Landsturm-kavallerie von bedeutender Stärke zur Aufstellung gelangt.

Anmerkung 2 (vom 14. Dezember 1893). Wie ich vor sechs Tagen geschrieben, ist richtig zwei Tage darauf die erwartete Verordnung erschienen. Alles, wie es angedeutet wurde. Nur ist die Numerirung keine durchlaufende, sondern werden die alten Regimenter von 1 bis 14, die neuen von 1 bis 42 numerirt. Dies zur Kenntnißnahme und Berichtigung.

D . . . . .

Digitized by Google

IV.

Topographische Aufnahmen im Gebirge.

Eine Berichtigung zu Artikel XX 1893 des Archiv für Artillerie- und Ingenieur-Offiziere

von

Neureuther,

Oberst und Direktor des topographischen Bureaus des Kgl. bayerischen Generalstabes in München.

Vorwort der Redaktion.

Die in der Ueberschrift enthaltene Bezugnahme auf das letzterschienene Heft dieser Zeitschrift könnte Leser, denen dieses Heft nicht zur Hand ist, auf den Gedanken bringen, der neue Artikel werde für sich allein nicht verständlich sein. Es wäre schade, wenn sich durch diese Erwägung Jemand abhalten ließe, den Aufsatz des Herrn Oberst Neureuther zu lesen. Für alle Fälle wird es nicht überflüssig sein, ein paar einleitende Worte vorauszuschicken.

Herr Oberingenieur Pollack hat dem längeren im Archiv abgedruckten Artikel einen kürzeren gleichen Inhaltes in dem Organ des Münchener polytechnischen Vereins „Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt" (Nr. 1 für 1894, ausgegeben am 6. Januar) folgen lassen unter dem Titel: „Topographische Aufnahme im Gebirge". Die Redaktion des Münchener technischen Blattes hat das Pollackschen Manuskript dem auch im Pollackschen Archivartikel erwähnten Premierlieutenant Jäger zur Durchsicht gesandt und dessen Bemerkungen hinter dem Pollackschen Aufsatze zum Abdruck gebracht. Einige Sätze aus der Jägerschen Erwiderung werden auch für diejenigen Leser von Nutzen sein, denen der Pollackschen

Digitized by Google

Archivartikel zur Verfügung steht, solchen aber, bei denen dies nicht der Fall ist, den Mangel in den wesentlichsten Punkten ersetzen.

Premierlieutenant Jäger schreibt im „Industrie- und Gewerbeblatt“:

„Pollack spricht die Ansicht aus, daß bei unserer Methode »dort, wo größere Distanzen, Steilheit des Terrains oder Unzugänglichkeit desselben auftreten, die Aufnehmer gezwungen seien, nach dem Gefühl zu krokiren, d. h. mit mehr oder weniger Phantasie genau so vorzugehen, wie bei den ersten Aufnahmen vor einem Jahrhundert«! Er sagt ferner: »Wenn man sich auf den Standpunkt stellt, daß die Karten wissenschaftlich und technisch brauchbar sein sollen, daß sie die Schichtlinien nicht nahezu bloß als Ausstattung zeigen, sondern thunlichst der Wirklichkeit entsprechend darstellen, daß auf Hügel- und Gebirgsrücken die hohen und tiefen Punkte zusammenhängend richtig kotirt sind, daß die Gefällverhältnisse der Wasserläufe und Thäler mit ihren Stufen genügend charakterisirt sind, so werden die Karten, je tiefer man in die Gebirge eindringt, um so weniger entsprechen, und sind bisher nur die alpinen Detailkarten von Paganini hiervon eine nicht genug zu rühmende Ausnahme.«“

Zu diesem Urtheil möchte ich mir, wenn es sich auch auf die neueren bayerischen Aufnahmen beziehen sollte, doch einige Bemerkungen erlauben.

Ich habe in meinem Aufsatze*) erwähnt, daß bei den Aufnahmen des königlich bayerischen topographischen Bureaus 500 bis 800 Punkte pro Steuerblatt (= 5,45 qkm) gemessen werden. Es kommen also auf das Quadratkilometer etwa 80 bis 150 Punkte, eine Zahl, womit in Anbetracht des Kartenmaßstabes 1 : 50000, ich will nicht sagen der höchste — denn wo ist die Grenze? —,

*) Ursprünglich ein Vortrag, gehalten im Münchener polytechnischen Verein am 25. Januar 1892; dann in dem Organ des Vereins abgedruckt. Auch als Sonderabdruck unter dem Titel: Topographische Aufnahmen im Gebirge. Von Otto Jäger, Premierlieutenant im 11. Infanterie-Regiment, kommandirt im Topographischen Bureau des königlich bayerischen Generalstabes. München; literarisch-artistische Anstalt von Th. Riedel, 1892. Beigegeben als Probe ein Ausschnitt der Originalaufnahme des Wettersteingebirges in $\frac{1}{25000}$ mit Schichtlinien von 10 m Abstand und die Kopie einer der von Jäger auf-

Digitized by Google

aber doch ein sehr hoher Grad von Genauigkeit für die Kurvenkonstruktion erreicht wird, welch Letztere in den meisten Fällen nicht zu Hause, wie es bei der Photogrammmetrie der Fall ist, sondern noch auf dem Terrain nach genauer Betrachtung desselben erfolgt. Bei gleicher Anzahl von Punkten dürfte dann doch diese Kurve den Vorzug vor der nach einer Photographie konstruirten verdienen.

Daß die Schichtlinien in den neueren bayerischen Aufnahmen nicht bloß „nahezu als Ausstattung" dienen, dürfte auch daraus hervorgehen, daß auf Grund unserer Original-Kurvenblätter 1 : 5000 schon Projekte für Forststraßen und sogar für Bergbahnen (Wendelstein) ausgearbeitet wurden.

Das im Königlich bayerischen topographischen Bureau verwendete Winkelinstrument von Ertel u. Sohn*) hat sich vollauf bewährt und sowohl bei Horizontal- als auch bei Vertikalmessungen Resultate ergeben, welche weit über die Anforderungen an eine militärische Karte hinausgehen. Ich habe damit unter schwierigen Terrainverhältnissen Profile von mehreren Kilometern Länge und einigen 100 m Höhenunterschied gemessen, ohne schließlich einen nennenswerthen Fehler ausgleichen zu müssen."

„Was den Fall der Steilheit oder Unzugänglichkeit des Terrains 2c. betrifft, in welchem die Aufnehmer, wie vor einem Jahrhundert, nur nach dem Gefühl krokiren müßten, so tritt dieser Fall gewiß sehr selten, bei gutem Willen des Aufnehmers eigentlich nie ein.

Unser bayerisches Gebirge ist weit hinauf mit Wald be-

---

genommenen Photographien — „der große Hundsstall". — Sehr empfehlenswerth ist ferner ein Aufsatz Jägers: „Zwei Sommer im Wettersteingebirge" (1891 und 1892), abgedruckt in der Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins; Jahrgang 1893 mit einer von Jäger aufgenommenen Photographie der „Plattspitzen". Das Wettersteingebirge liegt 10 km genau südlich von Partenkirchen und Garmisch.
Anm. der Redaktion.

*) Es kann Universalinstrument genannt werden, da es Vertikal-, Horizontalwinkel und Distanz bestimmt. Nach Angabe von Major Heller; eingeführt unter der Bezeichnung M/86; ausgeführt von dem optisch-mechanischen Institut der im Text genannten Firma. Das Instrument einschließlich Meßlatte kostet 200 Mark. Anm. d. Red.

Digitized by

ſtanden und für einen rüſtigen und geübten Bergſteiger faſt überall zugänglich. Waldgebiet eignet ſich für photogrammmetriſche Aufnahme am allerwenigſten; kahle und unzugängliche Felspartien in größerer Ausdehnung finden ſich aber nur im Berchtesgadener-Land, im Wettersteingebirge und Algäu, und ſelbſt hier kann ſich der Aufnehmer in den meiſten Fällen durch Vorwärtseinſchneiden mit dem Winkelinſtrument helfen."

Premierlieutenant Jäger verwahrt ſich dagegen, daß er die Hülfe der Photographie bei Gebirgsaufnahmen nicht zu würdigen wiſſe; er geſteht willig zu, daß gerade ſeine Arbeit im Wettersteingebirge ein ſehr dankbares Objekt für jene Methode geweſen wäre und ihm viel Zeit und Mühe geſpart haben würde. Er hat ja damals allerdings nebenbei auch photographirt, aber freilich nur mit einem einfachen Landſchaftsapparat mit Platten von 13/18 cm. Aus dieſer Angabe hat Pollack den Tadel geſchöpft, daß ein derartiger Apparat bei ſo wichtigen Aufnahmen nicht ausreiche, er könne höchſtens als Nothbehelf für den erſten Anfang dienen. Jäger bemerkt dazu: mehr habe man ſich davon auch nicht verſprochen; es ſei eben ein erſter Verſuch geweſen; derſelbe habe ſich auch gelohnt, denn bei der Auszeichnung daheim habe er ſich aus den Photographien Rath geholt und ſei dadurch vor Uebertreibungen infolge von Gedächtnißfehlern geſchützt worden.

Daß übrigens (knüpft Jäger an dieſe Erklärung) die für die bayeriſchen Landesaufnahmen maßgebenden Perſönlichkeiten bereits zur Anſchauung und Anerkenntniß des Nutzens der Photographie für die topographiſchen Aufnahmen gekommen ſeien, bewieſe der Verſuch vom Sommer 1892.

Aus der Zeitſchrift des deutſchen und öſterreichiſchen Alpenvereins erfahren wir darüber etwas Näheres. Dort ſchreibt Jäger:

„. . . Am 8. Auguſt befand ich mich wieder auf dem Wege zur Knorrhütte, diesmal aber in größerer Geſellſchaft, beſtehend aus den Herren Profeſſor Dr. Finſterwalder, Oberſt Neureuther, Major Heller und einem Topographen; ferner 5 Soldaten und 3 Trägern."

„Profeſſor Finſterwalder hatte ſich nämlich erboten, eine photogrammmetriſche Aufnahme der Felsumrahmung des „Platt" zu machen, um uns dieſe Art der Kartographie praktiſch vorzuführen, eine Arbeit, die ſchon wegen des Vergleiches mit meiner

Digitized by Google

damals schon nahezu vollendeten Aufnahme sehr interessant zu werden versprach."

„Die Photogrammmetrie eignet sich ganz besonders für unzugängliches Terrain, für größere Felspartien, wie sie gerade im Wetterstein gegeben sind;*) außerdem auch für weit entlegene, unkultivirte Gebiete, in denen man sich nicht lange aufhalten kann oder will."

„Dagegen wäre z. B. eine photogrammmetrische Aufnahme des ganzen Platt rein unmöglich, da bei der großen Mannigfaltigkeit des Terrains unzählige Bilder nöthig wären. Der Vor-

---

*) Aus der dem Jägerschen Vortrage beigegebenen Karte erkennt man folgende Hauptglieder des orographischen Gerüstes. Der Hauptrücken ist zugleich die politische Grenze zwischen Bayern und Tirol. Die Höhen liegen zwischen 2300 und 2600 (über dem adriatischen Meere). Hauptrichtung ostwestlich. Im Mittel 2 km nördlich vom Rücken, aber in mehr westsüdwest-ostnordöstlicher Richtung fließt die Partnach in einem etwa 600 m breiten, von schroffen Felswänden eingefaßten Thale, das, nach den eingeschriebenen Coten zu schließen (rund 1200 bis 1000 m Seehöhe auf 3 km), ein sehr starkes Längsgefälle (1 : 16!) hat. Fast unter rechtem Winkel mündet rechtsseitig das Reinbachthal.

Außer diesem Seitenthale sind noch mehrere andere ähnliche Vertiefungen vorhanden, die aber nicht „Thal", sondern „Kar" heißen.

Die Kare haben zwei Form-Eigenarten, durch die sie sich von „Thälern" unterscheiden: Sie haben zwischen schroffen und zerklüfteten Wänden einen verhältnißmäßig breiten Boden und sie laufen nicht söhlig in das Hauptthal aus, sondern münden erheblich, zum Theil bis 300 m, höher. Sie sind also nicht Thäler und nicht Schluchten, sondern hochgelegene, tief in das Felsmassiv hineinreichende Nischen. An den beiden Langseiten und an der hinteren Stirn von jäh und unvermittelt aus dem Boden aufstrebenden Schroffen umrahmt und an der offenen Vorderstirn jäh und schroff zum Thalboden abstürzend, sind die Kare durchweg schwer zugänglich. Eins derselben (der kleine Hundsstall) galt selbst bei den Einheimischen für unzugänglich; der unerschrockene Topograph hat sich doch hineingefunden.

In dem so aufgebauten Gelände kann man nur das Relief der Böden mittelst Schichtlinien festlegen und zur Darstellung bringen; auf Rücken, Kanten, Graten, Scharten klettert man mühsam, und kotirt sie, theils mit dem Instrument, theils mit dem Aneroidbarometer. (Die bayerische Aufnahme bedient sich der von Naudet konstruirten.)

Anm. d. Red.

Digitized by Google

theil der Photogrammmetrie liegt hauptsächlich in dem geringen Zeitbedarf für die Feldarbeit. In unserem speziellen Falle wurde dieselbe in vier Tagen erledigt. Dagegen erforderte die photogrammmetrische Konstruktion von rund 500 Punkten und die hiernach ausgeführte Zeichnung der Felspartien drei Monate."

Premierlieutenant Jäger hat hier einen Hauptvorzug des Meßbildverfahrens bezeichnet, aber ihn wohl nicht so hervorgehoben, wie er verdient. Er erkennt (in seinem Vortrage) die Resultate als vorzügliche an, „was Genauigkeit und Raschheit der Aufnahme an Ort und Stelle anlangt"; fügt aber hinzu: „Die Konstruktion und Ausarbeitung hat bedeutend und unverhältnißmäßig mehr Zeit in Anspruch genommen, als dies bei unserer gewöhnlichen Aufnahmsmethode der Fall gewesen wäre." Dagegen ließe sich nun wohl geltend machen, daß es für Haus- und Winterarbeit an Zeit nicht zu mangeln pflegt; aber die der Aufnahme günstige Sommerzeit ist kurz und der Sonnenschein namentlich im Gebirge unzuverlässig und flüchtig! Mehrfach klagt Jäger, daß die Tage verheißungsvoll begonnen haben, aber um 9 Uhr stiegen die Nebel auf, und dann kam der Regen.

Jäger erklärt zuletzt, das Finsterwaldersche Versuchsaufnehmen nach dem Meßbildverfahren „führte eben doch zu dem Schlusse, daß die Photo-Topographie in Bayern nur da anzuwenden sei, wo alle anderen Mittel versagen, und dieser Fall tritt, wie schon erwähnt, bei uns nur selten ein."

So viel als Vorwort der Redaktion; und nun zur Hauptsache:

Im letzten Heft des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift ist Seite 550 u. f. unter XX ein Artikel aus der Feder des Herrn Oberingenieurs Pollack in Wien erschienen, welcher bestrebt ist, die photogrammmetrische Aufnahmsmethode wenigstens für Gebirgsaufnahmen als die allein noch zeitgemäße darzustellen.

Hiermit hängt folgerichtig das Hervorheben von Mängeln und Unvollkommenheiten zusammen, welche den Ergebnissen auf andere Weise durchgeführter Aufnahmen oder auch der Durchführung dieser Aufnahmen selbst anhaften sollen.

Die Ueberschrift jenes Artikels setzt die Photogrammmetrie in Beziehung zu den topographischen Neuaufnahmen im bayerisch-österreichischen Grenzgebirge, also zu Arbeiten, welche von österreichischen und bayerischen militärischen Instituten ausgeführt werden.

Digitized by Google

Ferner spricht der Herr Verfasser in seiner ersten Anmerkung sich dahin aus, daß gerade die im Zuge befindlichen Neuaufnahmen in Bayern ihm den entscheidenden Anlaß zu seinen Ausführungen geben. (S. 550.)

Endlich entnimmt derselbe das Material zu diesen letzteren beinahe ganz aus einem sehr eingehend behandelten Vortrag des Herrn Premierlieutenants Jäger vom Jahre 1892, welcher sich ausschließlich auf die Aufnahmen des topographischen Büreaus des königl. bayer. Generalstabes bezieht. Diesen Vortrag erwähnt der Herr Verfasser zwar erst auf der fünften Seite, aber die vorhergehenden, scheinbar allgemein gehaltenen Betrachtungen stützen sich dennoch unmittelbar auf die Angaben dieser Quelle, allerdings keineswegs unter Wahrung von Sinn und Inhalt derselben.

Aus dieser Sachlage ergiebt sich für die Leitung des bayerischen topographischen Büreaus die Nothwendigkeit, sich zu einer Berichtigung herbeizulassen.

Es erscheint sachdienlich, hierbei die Reihenfolge der Fassung jenes Artikels XX ungefähr einzuhalten und die Beziehungen der einzelnen Ausführungen desselben zu den Angaben des erwähnten Vortrages Jäger darzuthun, besonders da nur wenige Leser des Archivs auch Leser dieses Vortrages oder unterrichtete Beurtheiler desselben gewesen sein werden.

Bei diesen Gegenüberstellungen wollen wir für die zuweilen sehr erstaunlichen Auslegungen, obwohl der Herr Verfasser des Artikels XX in weiten Kreisen als sehr sachkundiger Fachmann bekannt ist, doch Irrthum, Mißverständniß, Uebersehen oder unvollständige Information als Ursache annehmen, um die Form einer thatsächlichen Berichtigung soweit nur immer thunlich einhalten zu können.

1. Es ist jedem Sachverständigen bekannt, daß für Arbeits- und Kostenvoranschläge der Erfahrung entnommene Durchschnittszahlen grundlegend sein müssen, und Jäger giebt in diesem Sinne 10 Tage als durchschnittlichen Ansatz für die Aufnahme eines Steuerblattes im Gebirge an. Wenn nun daraus gefolgert wird (Seite 552), daß der Aufnehmer durch die „vorgeschriebene Ordre", in 10 Tagen mit seinem Blatt fertig zu werden, in die Zwangslage kommen könne, ungenau zu arbeiten, sobald ungenügendes Material, das Wetter oder sonstige Erschwerungen ihm Hindernisse bereiten — und wenn aus der Annahme einer solchen Wider-

Digitized by Google

sinnigkeit der natürliche Schluß gezogen wird, daß es dem oberen Befehlshaber an der nöthigen Einsicht mangele, so erweist sich dies z. B. als Irrthum. Denn im topographischen Büreau wird das jährliche Arbeitsprogramm von einem seit vielen Jahren bei Aufnahmen in verschiedenartigstem Gelände stets selbstthätig betheiligten routinirten Aufnehmer (Sektionschef) entworfen. Dasselbe kann und wird nie oder nur zufällig ganz genau eingehalten werden können, und der wirkliche Zeitverbrauch richtet sich nur nach dem thatsächlichen Bedarf für vollkommen entsprechende Arbeit.

2. Eine Bemerkung Jägers in dem Sinne, daß es nicht nöthig ist und unverhältnißmäßig zeitraubend wäre, bei Aufnahmen in 1 : 5000, welche für Karten 1 : 25000 bis 100000 2c. grundlegend sind, im Hochgebirge die 10 m-Kurven so einzumessen, wie es für Bahnprojekte (also zur Berechnung von Erdbewegungen 2c.) nöthig wäre, ist dahin mißverstanden, als ob nicht genügend viele Höhenpunkte gemessen würden „zur richtigen Bestimmung der Schichtenlinien", — also zu einer Bestimmung, welche den technischen und touristischen, dem Kartenmaßstabe entsprechenden Anforderungen gerecht wird.

Dieses Mißverständniß geht auf den Leser über, indem die in Jägers Vortrag unmittelbar folgenden Erläuterungen, welche dasselbe aufgeklärt hätten, in dem Artikel XX durch Uebersehen außer Beachtung bleiben:

Wenn nämlich innerhalb eines Flächenraumes von etwa 5½ qkm (Steuerblatt) außer 6 bis 10 genau bestimmten Hauptstützpunkten noch bis zu 600, 800 oder mehr Punkte gemessen sind (man mißt instruktionsmäßig so viele, als man der Terraingestaltung nach braucht), so gehört doch schon eine besondere Ungeschicklichkeit, wenn nicht Schlimmeres dazu, um in unmittelbarer Anschauung des Geländes und inmitten desselben sich bewegend die Niveaukurven noch so zu legen, daß sie nur eine „irreführende Ausstattung" darstellen.

3. Dieselben Erläuterungen lassen auch die Annahme, daß „wie vor nahezu einem Jahrhundert" ein Krokiren rein nach Gefühl und Phantasie stattfindet, als einen Irrthum erkennen; sie widerlegen ferner die angedeuteten Bedenken (Anmerkung Seite 554) gegen Verwendung des Vertikalwinkel-Instrumentes über seine

Digitized by Google

Normalgrenze von 400 m hinaus, denn aus der erwähnten Dichtigkeit gemessener Punkte ergiebt sich sehr einfach, daß solche Weitmessungen nur ganz ausnahmsweise vorkommen werden, daß aber auch unter diesen seltenen Fällen wieder das Verbleiben eines nennenswerthen Fehlers eine weitere seltene Ausnahme bilden muß wegen der gegenseitigen Kontrole einzelner Messungen.

4. Der Herr Verfasser bezeichnet (Seite 555) die Verkleinerung der Aufnahmen großen Maßstabes auf photographischem Wege als einen erst anzustrebenden Fortschritt. Obwohl gerade diese Bemerkung nicht auf Angaben über bayerische Arbeitsverhältnisse zurückzuführen ist, so sei doch erwähnt, daß die gegenwärtigen Leistungen des topographischen Büreaus ohne die seit vielen Jahren zu Hülfe genommene ausgedehnteste Anwendung der Photographie ganz unmöglich wären, sowie daß seit 1873 die Ergebnisse der Neuaufnahmen als Photolithographien in Gestalt der Positionsblätter 1 : 25000 in den Handel kommen.

5. Daß dies vom Herrn Verfasser übersehen wurde, giebt der Vermuthung Raum, daß die verschiedenen allgemeinen Bemerkungen über schematisch schraffirte Flächen ohne Formcharakteristik und ohne Darstellung des Gehängeaufbaues, über ungenügende Cotirung von Kamm- und Thal-Linien 2c. auch darauf zurückzuführen seien, daß die nach den Neuaufnahmen bis jetzt hergestellten Positionsblätter des bayerischen Alpen-Antheils einer eingehenden Betrachtung durch den Herrn Verfasser noch nicht unterzogen worden sein dürften.*) Sollte diese Vermuthung nicht zutreffen, so können wir die Entscheidung immer noch getrost sachkundigen Betrachtern solcher Blätter anheimgeben.

6. Zur Förderung der genaueren Formencharakterisirung im eigentlichen Hochgebirge wurde seit 1890 auf Anregung des die Aufnahmen leitenden Sektionschefs ein einfacher Landschaftsapparat beigezogen, um die topographische Aufnahme in ihrer zeichnerischen Wiedergabe durch möglichst viele photographische Aufnahmen zu unterstützen. Jäger hat in seinem Vortrage auch diesen Haupt-

---

*) In Kurven nach gemessenen Höhenpunkten wird in Bayern seit dem Jahre 1868 aufgenommen; der Beginn der Gebirgsneuaufnahmen nach dieser Methode fällt auf 1887. Ueber die Ergebnisse der Letzteren liegen bis jetzt nur Positionsblätter vor, während Karten in 50000- und 100000-theiligem Maßstabe erst in Herstellung begriffen sind.

Digitized by Google

zweck ausdrücklich betont und keinen Zweifel darüber gelassen, daß das Anbringen von Horizontal- und Vertikalmarken und die gelegentliche Anwendung photogrammmetrischer Berechnungen auf derartige Aufnahmen nur als nebenhergehende Experimente und Uebungen aufzufassen sind. Er hat die erwähnte Vorrichtung ausdrücklich als eine primitive für derartige Zwecke bezeichnet und betont, daß die Resultate trotzdem günstige waren. Die Befürchtung einer Diskreditirung der photogrammmetrischen Methode erscheint somit als ein Irrthum, auf welchen wir übrigens nochmals zurückkommen werden. (Ziffer 8.)

7. Mittelst der Aneroid-Messungen werden zwischen bereits anderweitig festgestellte Höhenpunkte noch weitere Zwischenpunkte eingeschaltet. Es handelt sich also um Ausgang von einem Punkt und Wiederanschluß an einen zweiten (unter Umständen auch wieder an den Ausgangspunkt) innerhalb einer auf Erfahrung gestützter Zeitbegrenzung. Die beim Wiederanschlusse am Ende der „Meßschleife" sich ergebende Anschlußdifferenz, welche schon wegen der Luftdruckschwankungen nur zufällig zuweilen 0 sein wird, muß nach bekannten Regeln auf die Zwischenpunkte vertheilt — die Schleife muß ausgeglichen — werden.

Jäger hat dieses Verhältniß eingehend erörtert und angegeben, daß im Gebirge eine 15 m überschreitende Anschlußdifferenz die Wiederholung der Einschaltungsoperation bedingt, im Vorlande schon ein halb so hoher Betrag.

Die Anmerkung des Artikels XX Seite 556, faßt dies irrthümlich so auf, als ob im Endergebniß der Gesammtmessung Höhendifferenzen von solchem Betrage bestehen bleiben könnten und als zulässig erachtet würden. Sollte die Angabe an gleicher Stelle, daß „Differenzen" von 20 bis 70 m gefunden wurden, nicht auch auf Irrthum beruhen und sich auf bayerische Positionsblätter beziehen, so gäbe es hierfür nur zwei Erklärungen: entweder bedauerliches, aber menschlich mögliches Uebersehen bei der Revision vor der Druckreiferklärung des Drucksteines oder Zusammentreffen von Messungen an der Landesgrenze, bei denen von weit entfernten Nivellements ausgegangen wurde. Mit der Aufnahmsmethode und deren Durchführung hätte beides nichts zu thun.

8. Die Richtigstellung von unzutreffenden Auffassungen und unvollständigen Angaben könnte hiermit abgeschlossen werden; von

Digitized by Google

weit größerer Bedeutung aber ist es, zu betonen, daß die Andeutungen jenes Artikels XX den vielleicht nicht beabsichtigten Vorwurf thatsächlich in sich bergen, die Leitung eines militärischen Instituts habe trotz gegebener Gelegenheit und Anregung es unterlassen, jene Mittel zu prüfen und eventuell zu verwenden, welche die Leistungen des Instituts fördern konnten. Mag der Herr Verfasser das Bewußtsein dieses Vorwurfs haben oder nicht: die Rücksicht auf die militärischen Gefühle und Anschauungen der Leser macht es nothwendig, hierauf näher einzugehen.

Mindestens seit einem Jahrzehnt war es Fachleuten klar, daß es sich bei der Photogrammmetrie unter Voraussicht weiterer Ausbildung des Verfahrens und der Instrumente um ein Hülfsmittel handle, welches für viele Aufgaben förderlich, für sehr viele unentbehrlich und unersetzlich sein werde. Es wird Niemand bestreiten, daß diese Ausbildung inzwischen in hochbefriedigender Weise stattgefunden hat, und als sich die Aufnahmsarbeiten des topographischen Büreaus jenen Gebieten näherten, in welchen eine nutzbringende Anwendung eintreten konnte, hat man sich nicht begnügt, die Literatur über Photogrammmetrie weiter zu verfolgen, die hiefür in Betracht kommenden Kräfte theoretisch auszubilden und ihnen durch gelegentliche Versuchsaufnahmen den Berechnungsmechanismus geläufig zu machen. Die Frage ob, wo und in welcher Ausdehnung die Anwendung einzutreten habe, war zu ernst, um sie nicht durch eine größere praktische Aufnahmsarbeit ihrer Beantwortung entgegenzuführen. Diese Arbeit bestand in der photogrammmetrischen Aufnahme der ganzen Felsumrahmung des Plattach-Ferners und des Plattes südlich der Zugspitze und der Höllenthalspitzen, und war die Leitung derselben, um nicht einen unrichtigen, einseitigen Beurtheilungsmaßstab zu erhalten, in die Hände einer einschlägigen Fachautorität (Herr Prof. Dr. Finsterwalder) gelegt worden, mit dessen photogrammmetrischem Apparat sie auch durchgeführt wurde. Das Gletscherbecken selbst und das ganze „Platt" wurden zugleich durch direkte Aufnahme erledigt. Das Ergebniß war ein vorzügliches und die Aufgabe eine von jenen, deren entsprechende Lösung ohne Beiziehung der Photogrammmetrie gar nicht oder nur unter ganz unverhältnißmäßigen Zeit- und Kraftopfern annähernd möglich gewesen wäre.

Digitized by Google

Abwägungen der Vor- und Nachtheile jeder Methode in Anwendung auf die verschiedenen sich bietenden Aufgaben waren von da ab auf praktischen Boden gestellt. Einen eingehenden Vergleich der Methoden hier durchzuführen, ist nicht geboten; es genügt, entschieden zu betonen, daß die Erwägung ihrer Anwendung zur rechten Zeit geschah und geschieht. Dagegen mag die Frage naheliegen, inwiefern denn überhaupt bei der Photogrammmetrie es sich darum handeln könne, ihren ganz unbestrittenen Vorzügen auch Nachtheile oder Mängel abwägend gegenüberzustellen, und man ist somit berechtigt, einige Andeutungen in dieser Richtung zu verlangen.

Hiefür ist einschlägig, daß überall, wo kleine Formen, unregelmäßig überschobene und sich deckende Rücken und Höcker, zahlreiche Senkungen, Löcher und Gruben vorkommen, im Moränengebiet, in Gebirgsabschnitten, wo seitliche Schluchten, Klammen und Spalten tief eingreifen, in bewaldeten oder dicht mit Strauch bewachsenen Strichen ꝛc. die Photogrammmetrie, auch wenn sie zahlreiche Standpunkte benützt, gar sehr der Ergänzung durch die direkte Aufnahme bedarf, wobei es sehr gut ist, wenn dies rechtzeitig erkannt wird. Daß Wege und Steige, wenn sie sich nicht durch besondere Färbung von den Wänden abheben, an denen sie ziehen, oder wenn sie durch Buschwerk und Trümmerfelder führen, nur in einzelnen Stücken photogrammmetrisch gefaßt werden, hat sich in der Praxis wiederholt bestätigt. Daß noch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, welche die Ergebnisse des Photographirens schon sehr herabdrücken, mit Winkelinstrument und Aneroid Brauchbares erzielt werden kann, hätte weniger zu sagen, denn man kann ja abwarten, da der weit überwiegende Riesenantheil der Zeitverwendung bei photogrammmetrischen Aufnahmen auf die Hausarbeit, Konstruktion und Berechnung, fällt. Wenn bei dieser Hausarbeit aber trotz emsigen Suchens die Anzahl jener Punkte auf den verschiedenen Bildflächen, welche ganz zweifellos identisch sind, nicht zur genauen Kurvenlegung ausreicht, wenn in den Tiefenzügen, in den Verbindungen ꝛc. Lücken bleiben, welche eigentlich ein Wiederhinauswandern erfordern würden, dann beginnt der „grüne Tisch“ mit bedenklicher Einwirkung zu drohen.

Der große Zeitbedarf für Hausarbeit führt schon zur Frage, ob man es nicht, besonders für detaillirte Aufnahmen in großem

Digitized

Maßstab, vorzuziehen habe, diese Zeit auf die Aufnahmsarbeiten im Freien zu verwenden. Wer der unmittelbaren Wiedergabe des Gesehenen und Gemessenen an Ort und Stelle den Vorzug giebt vor dem Kombinirten, Konstruirten und Errechneten, der wird unter sonst gleich gelagerten Verhältnissen diese Frage meistens bejahend entscheiden, obwohl ein sehr wichtiger Punkt — der Kostenpunkt — für die Photogrammmetrie sprechen würde. Denn die Gesammtersparnisse an Tagegeldern, Quartieren, Träger- und Gehülfenlöhnen würden infolge Abkürzung der Thätigkeit im Freien sich als sehr erhebliche gegenüber der direkten topographischen Aufnahme erweisen.*)

Wenn das topographische Büreau zu dem Schluß gekommen ist, bis auf Weiteres die photogrammmetrische Aufnahme, abgesehen von Ballonaufnahmen, nur da anzuwenden, wo andere Mittel versagen, oder wo sie nicht genügen, oder auch wo man in kurzer Zeit die Feldaufnahme durchführen muß oder will, mögen dabei auch Einzelheiten ausbleiben oder nicht, so stimmt dies ganz gut zu dem von Herrn Pollack angeführten Beispiel aus Kanada:

Sollte es sich einmal um Aufnahmen im Maßstab 1 : 40000 mit Schichthöhen von 100 Fuß in weitausgedehntem, unwirthlichem, menschenleerem Gebiet handeln, so ist es höchst wahrscheinlich, daß für solche Aufgabe das bayerische topographische Büreau die photogrammmetrische oder phototopographische Methode als das naturgemäß passendste Mittel anwenden würde, ohne dadurch irgend Jemanden beschämen zu wollen.

Für den bayerischen Antheil an den Neuaufnahmen im Alpen-Gebiet, gegen welchen sich die verschiedenen Angriffe des Artikels XX in erster Linie richten, ist in Obigem die Klarlegnng zwar in möglichst knappem Rahmen, aber doch in jener Ausdehnung erfolgt, welche dem Laien wie dem fachkundigen Leser als geboten erschienen sein wird. Die entsprechenden Schlüsse hieraus zu ziehen und sie auf die einzelnen Ausfälle des Artikels XX anzu-

---

*) In dem Artikel XX ist der Begriff der Sparsamkeit in anderem Sinne hereingezogen (Seite 553); wir wollen aber hier aus der richtigen Stellung desselben zur Sache kein Hehl machen.

Digitized by

wenden, deſſen feſſelnden und geſchickten Aufbau wir übrigens gern anerkennen, mag dem Leſer anheimgegeben bleiben.

Von der für den bayeriſchen Arbeitsantheil maßgebenden Stelle wird die Sache ſomit als erledigt erachtet, beſonders da die gegebenen Klarlegungen es im Sinne jedes Tieferblickenden überflüſſig gemacht haben werden, gerade das letzte Wort ſich gewahrt zu haben.

Digitized by Google

Kleine Mittheilungen.

1.

Die Stockholmer Zeitung „Nya Dagligt Allehanda" vom 13. Juni 1893 bringt unter dem Titel „Neue schwedische Erfindung" Folgendes:

„Der schwedische Kapitän der Fortifikation, J. G. Asklund, hat einen Entwurf zu einem leichten Kriegsbrückentrain gemacht, ein Brückenmaterial, geeignet, von Kavallerie-Abtheilungen und Avantgarden im Felde mitgeführt zu werden, um fließende Wasser schnell überbrücken zu können. Dasselbe besteht aus Eisen, Stahl und Aluminium. Durch Anwendung des Letzteren wird das Brückengeräth natürlich im Ganzen leichter, auch kann die Konstruktion eine einfachere sein, da sie eine besser geeignete, hauptsächlich aus Holz konstruirte Verpackung gestattet als die bisherige. Außerdem wird eine größere Manövrirfähigkeit des gesammten Brückentrains dadurch gewonnen, daß die Begleitmannschaft fahren oder reiten kann.

Dieser Train führt auch Sprengstoffe und Werkzeuge zur Ausführung von Zerstörungsarbeiten und dergleichen mit, soll also auch dasjenige Material ersetzen, welches für denselben Zweck jetzt von den sogenannten Kavallerie-Pionieren mitgeführt wird, so daß deren Verrichtungen im Allgemeinen wie bei größeren Arbeiten zukünftig von der Ingenieurtruppe des Brückentrains übernommen werden würden."

Durch eine Stockholmer Verlagshandlung hat der Erfinder auch an uns — wie wahrscheinlich an alle deutschen Militär-Zeitschriften — die Bitte gelangen lassen, seiner Erfindung Beachtung zu schenken. Da diese Bitte nur von der eingangs genannten

Digitized by Google

Zeitungsnummer begleitet, ein näherer Nachweis aber nicht gegeben war, so müssen wir uns auf die dürftige Anzeige beschränken, können aber nicht urtheilen, also auch nicht empfehlen.

Es ist also die Stockholmer Zeitung, welche hinzufügt:

Nach den Gutachten militärischer und civiler fachmännischer Autoritäten, welchen dies Projekt vorgelegen hat, scheint dasselbe „ganz besonders gut erdacht zu sein, aus welchem Grunde es in der Praxis gute Dienste verrichten wird" und „scheint sehr viele ganz besonders beachtenswerthe Vortheile hinsichtlich der Leichtigkeit und Handlichkeit sowie des gleichzeitigen schnellen Brückenschlagens zu gewähren".

Digitized by Google

Literatur.

1.

Reglements der kaiserlich russischen Armee. Hannover, Helwingsche Verlagsbuchhandlung.

Das Angemessene einer Verdeutschung der russischen Reglements und deren Herausgabe in einzelnen Heften muß der Verlagshandlung so selbstverständlich erschienen sein, daß sie jede einleitende Bemerkung über Plan, Programm, Ausführung, Beschaffung der Uebersetzung u. dgl. für überflüssig erachtet hat. Dem Vernehmen nach sind deutsche Offiziere die Uebersetzer.

Die Sammlung ist langsam zusammengekommen. Die ersten vier Hefte sind bereits vor vier Jahren erschienen; Heft 5 hat das Erscheinungsjahr 1892; Heft 6 bis 15 sind im laufenden Jahre ausgegeben. Die Hefte 1, 2 und 4 verdienen dadurch größeres Lob, daß deren Uebersetzer bei den Ueberschriften und den Kommandos die russische Originalfassung in Parenthese beigefügt haben, und zwar — was ebenfalls zu loben — nicht in russischen Buchstaben, sondern in lateinischen Lettern, möglichst lautgerecht. Etwas abgeschwächt wird dieser Vorzug dadurch, daß trotz der norddeutschen Verlagshandlung und dem muthmaßlich vorzugsweise ins Auge gefaßten reichsdeutschen Lesepublikum die phonetische Wiedergabe nach dem in Oesterreich für die in demselben so zahlreichen slavischen Idiome eingeführten Alphabete erfolgt ist. Die meisten bezüglichen Lautzeichen sind ja bequemer, kürzer, aber doch Manchem bei uns im Reiche nicht geläufig und hätten — wenn auch mit etwas mehr Buchstaben — mit deutschen Lautzeichen ausgedrückt werden können. Es betrifft dies š = sch und č = tsch. Das einzige Zeichen, was wir nicht wiedergeben können, ist ž. Aber gerade dieses hätte für den des österreichisch-

ſlaviſchen Alphabets Unkundigen der Erklärung bedurft, denn anſehen wird ein ſolcher jenem Zeichen ſchwerlich, daß es ſehr weit vom deutſchen ʒ = tſ oder dſ abliegt, vielmehr das weiche ſch, franzöſiſche j oder g vor e, i, y bedeutet (das ruſſiſche ж).

Das in Rede ſtehende Lautzeichen bringt uns auf ein Kommando, bei dem es zur Anwendung kommt, und gegen deſſen Wiedergabe wir ſonſt noch Einiges auszuſetzen haben. Die ruſſiſchen Laute ſind wiedergegeben durch „Žalonéri vperiód na linijú.“ Das zweite Wort erinnert den des Ruſſiſchen unkundigen Deutſchen an das ihm geläufige Wort „Periode“, das er mit langem, vom i getrenntem o ausſpricht; alſo „Peri—ohd“ zu ſprechen wird er verſucht ſein. Es iſt aber im Ruſſiſchen das betonte e, das — in den Sprachlehren jedenfalls — der Deutlichkeit wegen durch ë markirt wird („vor“ oder „vorwärts“ wird впередъ geſchrieben); dem Klange näher käme daher wper - jódd (denn auch das iſt mehr öſterreichiſch-ſlaviſche Orthographie als deutſche, daß das ruſſiſche B durch v ſtatt durch w wiedergegeben iſt). Nun aber die Hauptſache (unter Weglaſſung des „vor“ oder „vorwärts“): „Zalonéri . . . na linijú.“ Zwei franzöſiſche Vokabeln ruſſifizirt. Und unſer Ueberſetzer? Die beiden franzöſiſchen Vokabeln germaniſirt: „Jalonneurs in die Linie!“ Haben wir denn aber „Jalonneurs“ in irgend einem deutſchen Exerzir-Reglement? Sagen wir nicht — freilich auch franzöſiſch, aber doch altherkömmlich und allgemein verſtändlich — „Points vor“? Der Ueberſetzer wird erwidern: „Ich wollte aber nicht eine Parallele zur deutſchen Vorſchrift, ſondern eine Ueberſetzung der ruſſiſchen; da nun die ruſſiſche — wie in zahlloſen Fällen — eine fremdſprachliche Anleihe gemacht hat, ſo habe ich meinerſeits das zum Ausdruck gebracht. Wenn das „Jalonneurs vor in die Linie“ etwas fremdartig klingt, ſo iſt das gerade, was ich wollte.“ Gut! er ſoll Recht haben. Aber eine Fußnote etwa: Unſer „Points — vor!“ hätte nichts geſchadet.

In gleicher Weiſe etwas fremdartig ſind z. B. auch die „Aſſiſtenten“ der Standartenträger, oder vollends die „Mahomeds-fahne“ gewiſſer Kavallerie-Regimenter.

Wo Maße vorkommen, ſind ohne weitere Erklärung die ruſſiſchen (Fuß, Arſchine ꝛc.) geſetzt.

Es iſt nicht erſichtlich, ob mit den zur Zeit verausgabten 15 Heften die Sammlung beendet ſein ſoll. Wäre dies nicht der

Digitized by Google

Fall, so ließen sich in einem Schlußworte die hier angedeuteten Ergänzungen noch anbringen, was gewiß Dank und Anerkennung finden würde.

Die Sammlung umfaßt folgende Gegenstände:

Heft 1. Reglementarische Bestimmungen für das Gefecht der russischen Infanterie. Preis M. 0,60.

" 2. Reglement für den Infanterie-Frontdienst. Die Bataillonsschule. Die Regiments- und Brigadeschule. Preis M. 0,80.

" 3. Bestimmungen für den Felddienst. Preis M. 1,60.

" 4. Die Schwadronsschule. Preis M. 1,00.

" 5. Plan der jährlichen Diensteintheilung und Instruktion für den Dienstbetrieb bei der Artillerie. Preis M. 0,50.

" 6. Geschützexerziren und Exerziren der Feld-Batterie. Preis M. 1,00.

" 7. Plan der jährlichen Diensteintheilung für Infanterie. Preis M. 0,75.

" 8. Innerer Dienst für Infanterie. Preis M. 1,50.

" 9. Anleitung zum Verschanzen der Infanterie mit dem kleinen Spaten. Preis M. 0,25. Wie schon aus dem Preise zu ersehen, sehr knapp und dürftig. Ohne Figuren.

" 10. Instruktion für Offiziersübungen. Preis M. 0,40.

" 11. Anleitung für gymnastische Uebungen. Preis M. 1,20. Am reichsten mit Abbildungen ausgestattet.

" 12. Instruktion für den Dienstbetrieb bei der Kavallerie. Preis M. 1,20.

" 13. Innerer Dienst für Kavallerie. Preis 0,60.

" 14. Regimentsexerziren der Kavallerie. Preis M. 1,00.

" 15. Anleitung zur Dressur der Remontepferde. Preis M. 1,00.

2.

Détermination des vitesses vélocipédiques: Vélographe. Par le général Le Boulangé. Herausgegeben vom „Illustrirten belgischen Radfahrer" (Le Cycliste belge illustré). Gent, Militärische Druckerei „Gebrüder Vandermeulen". 1894. Preis 3 Franks. (Gegen Einsendung in

Digitized by Google

Postmarken oder auf Nachnahme von der Redaktion des Cyklisten; Brüssel, Rue de Pélican 30).

Was vor 31 Jahren der Artillerielieutenant begonnen, übt und pflegt heut der General: das Erfinden von Methoden und Apparaten zur Geschwindigkeitenmessung. Damals veröffentlichte die königlich belgische Akademie der Wissenschaften in ihren Mittheilungen (bulletins) den „elektro-ballistischen Chronographen"; die neueste Arbeit gilt den Fahrrad-Geschwindigkeiten. Das Fahrrad, das neueste Vehikel, ist bekanntlich auch als für militärische Zwecke von hoher Bedeutung anerkannt und wird bereits in allen Armeen geprüft und geübt. Das angezeigte Werk behandelt auf 34 Seiten Dreierlei: 1. Bestimmung der größten Geschwindigkeit; 2. desgleichen der mittleren; 3. einen Sport, d. h. ein Spiel für Radfahrer, ähnlich dem Ringstechen beim Karoussel; einen Wettbewerb (émulation): Eine Medaille hängt an einem dünnen Faden. Der Radfahrer selbst löst an einem bestimmten Punkte einen Mechanismus aus, der die Medaille in Bewegung setzt. Nur bei genau innegehaltener (beliebig einzustellender) Fahrgeschwindigkeit vermag der Fahrer die Medaille mit der Hand zu ergreifen; hält er nicht genau die Geschwindigkeit inne, so ist ihm die Medaille unerreichbar. Sie soll das Bild der Blume Cyklame tragen, die eine Radfahrerautorität (Coquelin Cadet) sinnreich zur Insignie des Radfahrerthums (Cyklismus, Cyklist) vorgeschlagen hat. L. B. nennt demzufolge das Spiel Le sport du cyclamen.

Den Hauptbestandtheil des Werkchens bildet die Velographentabelle; sie enthält: Fallhöhe in Millimetern, entsprechende Zeitdauer in Hunderttausendstel-Sekunden; Meter in der Sekunde; Kilometer in der Stunde; Meilen (englische à $1{,}_{60932}$ km) in der Stunde.

3.

Karte des Deutschen Reichs im Maßstab von 1 : 500 000. Unter Redaktion von Dr. C. Vogel ausgeführt in Justus Perthes' geograph. ꝛc. Anstalt in Gotha. 27 Blätter und Titelblatt in Kupferstich. Aufgezogen, in Kapsel. Mk. 55,00.

Das dem in der Ueberschrift bezeichneten ähnliche beste Kartenwerk war bis jetzt das von dem k. u. k. militärgeographischen

Digitized by Google

Institut in Wien herausgegebene, unter dem Titel „Uebersichtskarte von Mittel-Europa in $\frac{1}{750000}$". Dieser Titel zeigt, daß das Wiener Werk ein größeres Gebiet umfaßt; dasselbe greift am wenigsten oder so gut wie gar nicht im Norden über die Reichsgrenze, im Westen umfaßt es noch Belgien; am weitesten greift es — um Oesterreich-Ungarns willen — im Osten und Süden über. Die Sammlung besteht aus 45 Karten zu 2 Mark, während die Perthessche Reichskarte in der einfachsten Gestalt (die Blätter lose in Mappe, wie auch das Wiener Kartenwerk abgegeben wird) nur 46 Mark kostet. Der Unterschiede sind demnach genug, um dem neueren Unternehmen die Berechtigung zu wahren, mit dem älteren in Konkurrenz zu treten. Ebenso wenig hat das neue von der bevorstehenden (für die Wende des Jahrhunderts angekündigten) offiziellen Generalstabs-Reichskarte in $\frac{1}{100000}$ zu fürchten, die naturgemäß fünfmal so umfangreich und fünfmal so theuer ausfallen wird.

Die Verlagsfirma steht unter ihres Gleichen so entschieden obenan, daß man von vornherein mit dem günstigsten Vorurtheil an ihr neuestes bedeutendes Kartenwerk herangegangen ist; die Ausführung hat die großen Erwartungen durchaus bestätigt.

Unter den zahlreichen kompetenten Urtheilen und Anerkennungen, die der Firma zugegangen sind, sei hier nur an die des derzeitigen Herrn Chefs des Ingenieur- und Pionierkorps erinnert, der sich dahin ausgesprochen hat: „Eine eingehende Durchsicht fast aller Blätter hat mich überzeugt, daß die Erwartungen und Hoffnungen, welche ich bald nach Beginn des Werkes in meiner damaligen Stellung als Chef der Landes-Aufnahme zu äußern Gelegenheit hatte, voll erfüllt worden sind. Ich kenne kein Kartenwerk, welches in Bezug auf Anlage wie auf Durchführung der 500 000 theiligen Reichskarte den Rang streitig zu machen vermöchte."

Wo so gewichtige Stimmen (z. B. der gegenwärtige und der vormalige Chef des Generalstabes der Armee, desgleichen der heutige und der vormalige Chef der Landes-Aufnahme, der um die italienische Landesaufnahme hochverdiente Generallieutenant Ferrero; der gegenwärtig angesehenste Berliner Geograph Prof. Richthofen u. s. w.) sich ausgesprochen haben, wäre es anmaßend, wenn ein namenloser Berichterstatter sich zum Kritiker aufwerfen wollte. Ein solcher kann nichts Besseres bringen, als schon gebracht

Digitized by

ist, z. B. auch von einer kartographischen Berliner Autorität, dem Geheimen Kriegsrath Dr. J. A. Kaupert, der folgendes technische Gutachten abgegeben hat.

„Der topographische Sinn des Verfassers versteht es, trotz des kleinen Maßstabes dem Beschauer des Kartenbildes die landschaftlichen Verschiedenheiten unseres Vaterlandes klar vorzuführen. Wie eingehend und charakteristisch kommt die Geländedreitheilung Deutschlands zur Anschauung: das kleinformige Terrain des brandenburgisch-pommern-preußischen Seengebietes, das Mittelgebirge und die alpinen Bildungen im Süden, sind sie doch mit solch präziser Klarheit dargestellt, wie dieses bisher nur in den Generalstabskarten größerer Maßstäbe durchführbar erschien. Da, wo Uebertreibungen in Rücksicht des Gesammteindrucks nöthig wurden, sind dieselben maßvoll zur Anwendung gelangt, nirgends wird derselbe auf Kosten der topographischen Wahrheit beeinträchtigt. Mit ganz besonderem Geschick und Geschmack tritt in den alpinen Geländen die „schiefe Beleuchtung" hervor, welche jedoch mit anerkennenswerthem Takte außerhalb derselben nicht angewendet worden ist.

Mit der gründlichen Bearbeitung der Karte hält deren Ausführung in Kupferstich und Kupferdoppeldruck in Verbindung mit geschmackvollem Handkolorit gleichen Schritt. Die Trennung der Situation und Schrift von der Erdoberflächenbildung zwingt zwar die Verlagsanstalt zu erheblichen Opfern, giebt jedoch der Karte mit dem durchsichtigen Braundruck des Terrains eine wesentlich gesteigerte Lesbarkeit. Diese leichte Lesbarkeit der Karte weckt den Sinn für Kartenwerke, deren tägliche Verwendung und Gebrauch leider noch nicht in die Allgemeinheit gedrungen ist. Hier wird jedoch auch der Laie das finden, was er bisher vergeblich suchte, und es ist die Hoffnung berechtigt, daß die Karte ihren siegreichen Einzug in alle Zweige des öffentlichen und Privatlebens finden wird."

Vielleicht überrascht es Einen oder den Anderen, daß Geheimrath Kaupert der „schiefen Beleuchtung" das Wort redet. Dieselbe ist ja sehr bedenklich, um nicht dreist herauszusagen verwerflich bei Maßstäben, die es möglich machen, die Wellung des Geländes genau nach Böschungsgraden oder Neigungswinkeln zum Ausdruck zu bringen, sie steht im unbedingten Widerspruch zur Bergstrich-Theorie; sie würde sogar, wenn sie zur Darstellung in Schichtlinien

Digitized by Google

oder Isohypsen hinzugefügt würde, den an das Lesen dieser mathematisch-korrektesten Reliefdarstellung Gewöhnten eher verwirren als fördern und aufklären; aber im $\frac{1}{500000}$-Maßstabe muß man auf das Absehen oder Abnehmen genauer Koten ja doch verzichten; hier kann es sich nur um ein allgemeines Bild der Bodenplastik handeln, hier kommt es namentlich auf das Mehr oder Weniger der Wellenhöhe an, wie sie sich dem schnell überfliegenden Blicke vom Tief- zum Hügel-, zum Berg-, zum alpinen Hochgebirgslande fortgleitend darbietet.

In diesem Sinne hat K. es wohl gut geheißen, daß und wie, in welcher Beschränkung von der schiefen Beleuchtung Gebrauch gemacht ist.

Eines Umstandes mag noch gedacht werden. Nicht tadelnd, aber doch bedauernd: Die ausgezogenen Meridiane sind Pariser Länge! Die Greenwich-Länge ist nur am oberen Rande abgetheilt. Die Disposition des Kartenwerks ist älter als die gesetzliche Einführung der Zonenzeit. Daraus erklärt es sich wohl, daß nicht die Greenwich-Meridiane ausgezogen sind; aber warum der deutsche Redakteur des deutschen Verlagswerkes den wahrlich hinlänglich eitlen Franzosen den Gefallen gethan hat, ihre Opposition gegen die von den Seeleuten lange vor der mitteleuropäischen gebrauchte Greenwich-Weltzeit zu theilen — dafür ist ein Grund nicht ersichtlich.

War es, als die Grundsätze für das Kartenwerk festgestellt wurden, noch nicht dringlich erschienen, den Greenwich-Meridian als Null anzunehmen — warum dann nicht bei Ferro bleiben? Paris wird doch früher oder später vor Greenwich die Segel streichen müssen.

4.

Handbuch der Ritter- und Verdienstorden aller Kulturstaaten der Welt innerhalb des XIX. Jahrhunderts. Auf Grund amtlicher und anderer zuverlässiger Quellen zusammengestellt durch Maximilian Gritzner, königl. preuß. Kanzleirath, Premierlieutenant a. D. Mit 170 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig 1893. J. J. Weber. Preis in Original-Leinenband M. 9,00; in Liebhaber-Einband (Pergament mit Goldpressung) M. 12,00.

Digitized by

Unter dem Gesammttitel „Illustrirte Katechismen" giebt die bekannte, zu den „besteingeführten" gehörige Verlagsfirma eine Sammlung von Handbüchern heraus, die nicht nur oberflächlichem Bildungsbedürfniß dienen, sondern eingehendere Belehrungen aus dem Gebiete der Wissenschaften, Künste, Gewerbe u. s. w. leisten. Sie erscheinen meist in Original-Leinenbänden, so daß sie fix und fertig für den Gebrauch in die Hand des Käufers gelangen. Die Zahl derselben übersteigt zur Zeit 150. Das in Rede stehende Werk trägt die laufende Nr. 146, ist also eine der jüngsten bezüglichen Veröffentlichungen und läuft daher schon in Bezug auf Aktualität allen bezüglichen früher erschienenen Arbeiten den Rang ab. Die entsprechende, der vorliegenden am nächsten kommende, die Schulzesche „Chronik sämmtlicher bekannten Ritterorden und Ehrenzeichen" ist 1855 in Berlin erschienen und in zwei Supplementen immerhin nur bis 1878 fortgeführt. Die nächstjüngste Arbeit — von Hager v. Rosenfeld — 1891 erschienen, behandelt nur die Orden und Ehrenzeichen von Oesterreich-Ungarn. Die Schneiderschen Einzelschriften betreffen nur die preußischen Orden. U. dergl. m.

Noch nirgends erschöpfend behandelt (nicht einmal aus der Rangliste auch nur den Namen nach vollständig kennen zu lernen) sind die Orden von Japan. Bekanntlich hat noch nie zuvor die Welt das Schauspiel erlebt, daß eine Regierung die uralte und in ihrer Art hochentwickelte Kultur des eigenen Landes aus freier Entschließung aufgegeben hat, um sich der zur Zeit meist gültigen fremden Kultur anzuschließen. Dieses beispiellose Streben, mit Siebenmeilenschritten die europäische Kultur einzuholen, bezeugt neben vielem Anderen auch das japanesische Ordenswesen. In den 15 Jahren von 1875 bis 1890 hat Kaiser Muts-Hito neun Orden und Ehrenzeichen mit 34 Klassen oder Nuancen gestiftet. Es ist für jedes Dekorationsbedürfniß gesorgt; vom Höchstregierenden (einschließlich Präsidenten von Republiken) bis zum gemeinen Mann, vom Chrysanthemum-Orden bis zur 8. Klasse des Ordens der aufgehenden Sonne bezw. des Ordens des Spiegels oder des glücklichen geheiligten Schatzes, bezw. der 7. Klasse des Militär-Verdienstordens des goldenen Weih. Auch für die Damen ist durch den fünfklassigen Kronenorden gesorgt. Es giebt eine Rettungs-Medaille, ein Verdienstkreuz und eine Mitglieds-Medaille für die Gesellschaft vom rothen Kreuz u. s. w.

Digitized by Google

Auch China — einſt Japans Kulturbringer, jetzt, deſſen langen Fortſchrittsbeinen gegenüber und im vollkommenſten Gegenſatz zum Nachbarreiche der Vertreter der ſelbſtgenügſamen Stabilität und Auslandsverachtung — kann in Bezug auf Orden jedes europäiſche Bedürfniß befriedigen.

Unſere Rangliſte führt neben dem „Orden vom doppelten Drachen" auch noch den „Ordensſtern" auf. Letzterer (Pao-hſing) iſt aufgehoben; China beſitzt lediglich den einen, erſtgenannten Drachenorden (Schuang-lung-Pao-ſing). Aber derſelbe genügt allem Bedürfniß. Noch exkluſiver als Japan, deſſen Chryſanthemum-Orden (dai kun-i ki ku ka dai dju ſho) neben den Souveränen ſelbſt deren Familienangehörige erlangen können, iſt die 1. Stufe der 1. Klaſſe des doppelten Drachens ausſchließlich Souveränen zugänglich. Die 3. und unterſte Stufe dieſer Klaſſe können nur höchſte Beamte, Miniſter des Auswärtigen und Botſchafter erlangen. Wahrſcheinlich um dieſe bevorzugte 1. Klaſſe auf den erſten Blick von weit her kenntlich zu machen, iſt eine von allen üblichen völlig verſchiedene Form gewählt. Geſchmackvoll, nach unſeren Begriffen, iſt dieſelbe nicht; es iſt die Form der . . . Sardinenbüchſen, d. h. ein längliches Rechteck mit abgerundeten Ecken. Die übrigen Klaſſen zeigen auch weder Stern- noch Kreuzform, beruhen vielmehr auf dem Kreiſe, deſſen Peripherie bei den höheren Klaſſen zu (übrigens geſchmackvoll entworfenen) ſtumpfzackigen Schnörkeln ausgeſtaltet iſt. Die beiden wappenhalterartig meiſt ein Mittelbild flankirenden Drachen ſind nicht ſonderlich monſtröſer, als das bei heraldiſchen Löwen und Adlern auch anderwärts üblich iſt.

Von dem Sternenhimmel, der über Europa ſtrahlt, giebt unſer Werk ſelbſtverſtändlich einen ſehr vollſtändigen Katalog. Auch erloſchene Sterne ſind berückſichtigt. Für den Geſchichtsfreund von Intereſſe ſind die Reliquien und Reminiscenzen aus der italieniſchen Kleinſtaaterei. Da ſtoßen wir auf das Königreich beider Sicilien (S. 518) mit ſechs Orden, Toscana (S. 561), Modena (S. 246), Lucca (S. 213), Parma (S. 323). Letzteres beſaß — neben Neapel — den wohl älteſten Orden, den von Kaiſer Konſtantin geſtifteten und nach ihm benannten; renovirt durch Kaiſer Iſaak Angelus Flavius Komnenus Anno 1191; beſtätigt durch Kaiſer Paläologus 1261; durch Nachkommen der Komnenen nach Italien übertragen, von Päpſten beſtätigt; ging

Digitized by Google

vom letzten Paläologen auf Franz I. Farneſe, Herzog von Parma, Anno 1697 über. Nach dem Ausſterben der Farneſe übernahmen die Bourbonen den Orden mit dem Herzogthum Parma, bis dieſes durch den Wiener Traktat an Oeſterreich überging und Karl III., nunmehr König von Neapel, den Orden auch dorthin verpflanzte. Nachmals erklärte ſich Marie Louiſe, als ihr durch den Wiener Kongreß der Thron von Parma zugeſprochen worden war, zur Großmeiſterin des Ordens, während der neapolitaniſche Bourbon die Großmeiſterwürde gleichfalls in Anſpruch nahm. Aber die doppelte Aemterbeſetzung hat in den Jahren 1860 bis 1863 die italieniſche Einheit nicht aufhalten können.

Iſt in dem urſprünglich byzantiniſchen, zuletzt neapolitaniſch-parmeſaniſchen Konſtantin-Orden ein ſehr alter Stern erloſchen, ſo glänzt dafür am italieniſchen Himmel (auch in unſerer Rangliſte) der verhältnißmäßig ſehr junge (1858 geſtiftete) Fürſtlich Monacoiſche Orden vom heiligen Karl. „San Carlo“ iſt freilich ein Laut, bei dem man an andere Dinge zu denken pflegt, als an Orden und Ehrenzeichen für Verdienſte um die Menſchheit!

Die wenigen Anführungen werden genügen, um die Verſicherung plauſibel zu machen, daß die Gritznerſche Arbeit durchaus nicht ſo trocken iſt, wie man von vornherein erwartet, vielmehr mancherlei Anregung bietet.

Der Werth des Gritznerſchen Handbuches iſt ein doppelter: es iſt ein praktiſcher Führer durch das große Gebiet der Ordenskunde und eine hiſtoriſche Darſtellung der im Einzelnen zu Anſehen und Bedeutung gelangten Ehrenzeichen, aus der ſich erſehen läßt, wie in den einzelnen Staaten das Ordensweſen ſich entwickelt hat, und nach welchen Prinzipien bei ſolchen, die in dem oder jenem Lande von dem Staatsoberhaupte einer Auszeichnung für würdig erachtet worden ſind, verfahren worden iſt und gegenwärtig noch verfahren wird. Wie umfangreich das Gebiet für eine ſolche Darſtellung iſt und welcher Fülle von Studien und Kenntniſſen es zur Bewältigung der Aufgabe bedarf, ergiebt ſich ſchon aus der Thatſache, daß mit Ausnahme weniger Republiken in faſt allen Kulturſtaaten der Welt Verdienſte, ſei es um die Perſon des Monarchen oder um den Staat nach der oder jener Seite hin, durch Orden ausgezeichnet werden, und daß wiederum in den meiſten Ländern das Ordensweſen zu einem beſtimmten Syſtem ausgebaut worden iſt. Wenn der Verfaſſer in der glücklichen Lage geweſen iſt, ſeine

Digitized by Google

Darſtellung zu einem abgeſchloſſenen und überſichtlichen Bilde zu geſtalten, ſo iſt das natürlich in erſter Linie ſeinen eingehenden Studien auf dem Gebiete der Ordenskunde zu danken, ſodann aber auch dem Umſtande, daß ihm durch Staatsbehörden und die Vertreter auswärtiger Regierungen die Möglichkeit gegeben wurde, die Fülle des verfügbaren Materials nachzuprüfen und zu verarbeiten. Das gilt beſonders von den zum Theil noch ſehr wenig bekannten Statuten vieler Orden, die wenigſtens auszugsweiſe mitzutheilen geſchichtlich von hohem Intereſſe war. Von der Ueberzeugung ausgehend, daß ſelbſt die beſte und eingehendſte Beſchreibung keine genügende Vorſtellung von einem Gegenſtande zu erwecken vermag, der in des Wortes wahrſter Bedeutung ein Dekorationsſtück iſt, wurden dem Buche 760 in muſtergültiger Weiſe ausgeführte Abbildungen beigegeben, die das geſchriebene Wort nach allen Seiten hin in der denkbar ausführlichſten Weiſe erläutern.

Daß bei der großen Zahl und der durch die Art der Gegenſtände gebotenen Mühſamkeit der zeichneriſchen Darſtellung dieſe Beigabe die Herſtellungskoſten des Werkes ſehr geſteigert hat, leuchtet ein. In Anbetracht des Gebotenen iſt daher der Preis des Werkes ein ſehr mäßiger zu nennen und wohl nur unter der Annahme guten Abſatzes ſo, wie geſchehen, normirt worden.

Digitized by Google

V.

Ein Beitrag zum Feldgeschütz der Zukunft.

„Le canon de l'avenir est celui qui satisfera le moins mal possible aux conditions multiples qui lui sont imposeés."

(Conférences sur l'artillerie de campagne.)

1. Wille und seine Kritiker.

Drei Jahre sind verflossen, seit der General Wille sein „Feldgeschütz der Zukunft" veröffentlicht hat. Gar heftig prallten die Ansichten aufeinander, die bei der Besprechung des so sehr zeitgemäßen Werkes mit Für und Wider in der periodischen Literatur und Tagespresse ihren Ausdruck fanden. Aber trotzdem man mit diesen Besprechungen „recht wohl einige stattliche Bände füllen könnte", und trotzdem „die meisten sich in zustimmendem Sinne geäußert" haben, will es uns doch scheinen, daß bei richtigem Wägen — nicht Zählen — der Stimmen sich unschwer erkennen läßt, wie über das Willesche Projekt zur Tagesordnung übergegangen worden ist. Die scharfe Verurtheilung, die es erfahren hat, richtet sich aber, mit wenigen Ausnahmen, nicht sowohl gegen den von Wille gewählten Ausgangspunkt, das Geschoßgewicht von 6,5 kg als solches, sondern darauf, wie Wille, auf Letzterem basirend, sein System aufbaut und, unterstützt von einem glücklichen aber gefährlichen Optimismus, zu Folgerungen kommt, die sich entweder zum größten Theil überhaupt nicht verwirklichen

Digitized by Google

lassen oder aber nur einseitig*) auf Kosten anderer Rücksichten, die, nicht minder wichtig, die Vielseitigkeit der Ansprüche an ein Feldartilleriematerial verlangt, und die es verbieten, einige Elemente des Systems auf Kosten anderer zu überschätzen oder zu bevorzugen.

Aber wie dem auch sei, jedenfalls hat Wille mit seinem Werk den Anstoß zu einem Meinungsaustausch gegeben, wie er über einen militärischen, spezifisch artilleristischen Gegenstand seines Gleichen kaum hat. Vor Allem sind es die bemerkenswerthen sachlichen Ausführungen des in der Artillerieliteratur rühmlich bekannten Hauptmanns G. Moch, die an erster Stelle zu nennen uns eine kollegialische Pflicht ist und die einen werthvollen Beitrag für die Lösung der Frage des Feldgeschützes der Zukunft darbieten.

Zu bedauern bleibt, daß Wille — und zwar nicht nur in seinen verschiedenen direkten Repliken — vielfach Probleme ins Lächerliche zieht, die, gelinde gesagt, einer ernsten Diskussion würdig sind. Wir erinnern hier an die famose „Klasseneintheilung" der Geschosse, die zuerst in der Schrift „Das Feldgeschütz der Zukunft und die Kritik der Gegenwart"**) behandelt, dem General offenbar so gut gefallen hat, daß er unter wörtlicher Anführung der betreffenden Stelle in seinem Buche „Das kleinste Gewehrkaliber" sich selbst citirt. Wir überlassen es unseren Lesern, die betreffenden Stellen nachzulesen und in Vergleich zu bringen mit dem, was die Revue d'artillerie über die Bedeutung der Querschnittsbelastung geschrieben hat und das darin gipfelt, daß es falsch ist, die absoluten Werthe der Querschnittsbelastung als Vergleichsbasis oder Ausgangspunkt der Kaliberbestimmung zu betrachten. Es würde zu weit führen, diese Sache hier wieder eingehend zu erörtern. Sat prata biberunt. Man kann es aber der Revue kaum verargen, wenn sie auf die Herausforderungen des Generals nicht eingeht und die zweite Schrift desselben, jede Polemik von sich weisend, ziemlich kurz abfertigt, noch weniger aber ist es unseres Amtes, diesen Streit zu schlichten.

---

*) Der Referent des Journal of the Royal United Service Institution sagt darüber u. a.: The increase of the initial velocity is the Generals „summum bonum". He will hear of nothing aigainst it, and sacrifices everything to it.

**) Seite 39 und 40.

Digitized by

Wir haben uns seiner Zeit in unserer Besprechung des Willeschen Buches darauf beschränkt, uns mit den Ansichten des Militär-Wochenblattes (1891 Nr. 77) zu identifiziren, und uns dadurch eine spöttische Bemerkung des Generals zugezogen. Es wäre unzeitgemäß, jetzt auf die Sache noch einmal zurückzukommen, was auch von uns um so weniger beabsichtigt ist, als der Verfasser, dem wir diese Seiten zur Verfügung stellen, mit jenem der genannten Kritik nichts gemein hat, vielmehr die Lösung der Frage des zukünftigen Feldgeschützes von einem völlig verschiedenen Gesichtspunkt betrachtet und keine erschöpfende Beantwortung, vielmehr nur einen Beitrag hierzu bringen will. Da aber der Gegenstand direkt und indirekt vielfach die Willeschen Darlegungen berührt, so müssen wir zur Vermeidung von Mißverständnissen diese Bemerkungen vorausschicken.

Was ist heute noch übrig von den Willeschen Vorschlägen? Warum sind sie nicht einmal versuchs- und annäherungsweise in den verflossenen Jahren verwirklicht worden? Von Unfähigkeit der Waffenindustrie oder gar reiner Opposition zu reden dürfte schwerlich verfangen, und wenn der Prophet nichts im Lande gilt, warum auch nicht in der Fremde? Diese Fragen sind es, die sich Einem vor allen anderen aufdrängen? Um auf Einzelheiten einzugehen — was ist aus den geheimnißvoll angekündigten Erfindungen des Generals, aus seiner federleichten Universalpatronenhülse und dem allen Anforderungen entsprechenden hydraulischen Zeitzünder geworden? Drei Jahre sind vergangen, und noch immer harren wir der „näheren Mittheilungen", die „gegenwärtig noch nicht gemacht werden können". Und erst Mannesmann, von dem der General Wunder erwartet hat und dem er außer manchen Stellen im Text noch ein Extrakapitel von 19 Seiten gewidmet hat! Vielleicht hatte die Deutsche Heereszeitung*) mit ihrem scharfen Urtheil über die thatsächlichen Leistungen der Mannesmannwerke doch nicht so ganz unrecht. Erst vor einigen Monaten haben sich die Oesterreichischen Mittheilungen**) aus dem Gebiete

---

*) 1891 Nr. 74.

**) 1893 Nr. 2; siehe darüber auch Löbells Jahresbericht 1893, Seite 359; ferner hinsichtlich der Autorität, auf die sich Wille stützt: Stahl und Eisen 1894, Nr. 1 Seite 39.

Digitized by Google

des Artillerie- und Genieweſens gelegentlich einer Berichterſtattung über Deichſelproben ähnlich ausgeſprochen.

2. Das Feldgeſchütz der Zukunft in verſchiedener Beleuchtung.

Faſſen wir das, was über das Feldgeſchütz der Zukunft geſagt und geſchrieben iſt, kurz zuſammen, ſo laſſen ſich zwei Gruppen von Anſichten unterſcheiden: Die Einen, an ihrer Spitze das Militär-Wochenblatt und die Revue d'artillerie, verlangen hohes Geſchoßgewicht — 7,5 kg — und große Anfangsgeſchwindigkeit in ſolcher Kombination, daß ſie gleich oder doch nahe dem Maximum deſſen iſt, was ſich überhaupt von dem Syſtem bei einem Maximalgewicht des abgeprotzten Geſchützes von 1000 kg erreichen läßt. Der Anderen Anſicht, der hauptſächlich Langlois in ſeinem bekannten Werke „L'artillerie de campagne en liaison avec les autres armes“ Ausdruck verliehen hat, dann der bekannte Geſchützkonſtrukteur Nordenfelt ſowie die Revue de l'armée belge huldigen, gipfelt in großer Feuergeſchwindigkeit, erreicht durch Verminderung des Rücklaufes, nämlich durch niedriges Geſchoßgewicht und verhältnißmäßig niedrige Geſchwindigkeit (etwa 480 m), alſo unvollſtändige Ausnutzung deſſen, was ein gegebenes Materialgewicht überhaupt herzugeben im Stande iſt.

Während erſtere Partei ihr Geſchütz als Einheitsgeſchütz betrachtet wiſſen will und für ausreichend erachtet, wünſcht die letztere neben ihrem leichten Geſchütz die Verwendung einer Feldhaubitze zur Ergänzung der Wirkung des erſteren. Bei der Konſtruktion der Flachbahngeſchütze will die erſtere Partei der Rücklaufverminderung faſt nichts, die letztere ihr faſt Alles opfern. Dazwiſchen bewegen ſich die Anſichten von Sotomayor und Longridge, mit 7¼ kg Geſchoßgewicht und 510 m Anfangsgeſchwindigkeit ſich der oberen, ferner die Schweizeriſche Zeitſchrift für Artillerie und die Neuen militäriſchen Blätter, ſich der unteren Grenze nähernd. In die Mitte hinein gehört auch die neue Konſtruktion der Hotchkiß Company bei 6 kg Geſchoßgewicht und 530 m Geſchwindigkeit.

In der neueſten Schrift des Generals Wille, die kommenden Feldgeſchütze, die uns leider erſt zur Hand kam, als die Handſchrift des vorliegenden Aufſatzes bereits fertig war, fragt der Verfaſſer nach

Digitized by

den Gründen, warum die Projekte des Militär-Wochenblattes und der Revue d'artillerie noch nicht verwirklicht seien, und wie das Spiel nun stände? Eine ähnliche Frage haben wir schon weiter oben hinsichtlich des Willeschen Entwurfes aufgeworfen und glauben diese Frage hinsichtlich der Mochschen Entwürfe dahin beantworten zu sollen, daß dieselben gleichfalls noch viel zu hohe Anforderungen an die Technik stellen. Zudem sagt Moch niemals und nirgends, daß die vorgeschlagenen Muster dem Ideal eines Zukunftsfeldgeschützes entsprechen, im Gegentheil scheint eher aus verschiedenen Stellen*) hervorzugehen, daß der Referent der Revue d'artillerie weit davon entfernt ist, die Entwürfe als das Erstrebenswertheste hinzustellen. Was er über dieselben sagt, ist weiter nichts, als daß sie das Maximum dessen darstellen, was unter den günstigsten Umständen aus einem gegebenen Materialgewicht herauszuholen ist, allenfalls ferner noch, daß das Geschoßgewicht jedenfalls nicht größer wie 8,35 und möglichst nicht kleiner wie 6,96 kg sein soll, und Letzteres auch nur wegen der wohl etwas zu stark befürchteten Schwierigkeit, die ein geringes Geschoßgewicht bei ballistisch günstigem — also kleinem — Kaliber der inneren Einrichtung entgegensetzt. Moch kann sich direkt nirgends auf ein schon ausgeführtes Geschütz berufen und geht dadurch in seinen Anforderungen an die Technik zu hoch, ein Vorwurf, der auch dem von Wille wiederholt citirten und zweifellos hervorragenden Rohrkonstrukteur Longridge nicht erspart werden kann. Anders das Militär-Wochenblatt, welches sich an vorhandene Konstruktionen unmittelbar anlehnt und dadurch zu sehr viel geringeren Ansprüchen kommt. Dabei dürfte aber auch dieser Entwurf ebenso wenig wie jener der Revue als Zukunftsfeldgeschütz kat' exochén im Sinne des Willeschen Projektes dem Referenten vorgeschwebt haben. Es stellt vielmehr auch weiter nichts dar, als das, was unter den günstigsten Bedingungen in unmittelbarer Anlehnung an vorhandene Konstruktionen zu Stande gebracht werden kann, aber mit der wesentlichen Einschränkung, daß die Laffetenkonstruktion keinen Strich durch diese Rechnung macht. Ist aber der Vorschlag noch nicht verwirklicht worden, so glauben wir daraus weiter nichts folgern zu können, als daß selbst die angeführten

*) Siehe u. A.: Notes sur le canon de campagne de l'avenir, Seite 132, Absatz 103, und Seite 168, 2. Absatz.

Digitized by Google

Grenzen für die Praxis noch zu hoch sind, um wie viel mehr erst die Willeschen! Schließlich verdient aber noch hervorgehoben zu werden, daß im Gegensatz zu den beiden oben genannten Gegenentwürfen das Willesche Projekt die in den Kritiken angefochtene Anfangsgeschwindigkeit von 800 m bei 6,5 kg Geschoßgewicht als Minimum hinstellt und — wenigstens im ersten Werk „Das Feldgeschütz der Zukunft" — die Möglichkeit einer weiteren Steigerung bis 1000 m in die Erörterung zog. Erst bei seinen späteren Schriften läßt sich Wille mit 800 m genügen.

3. Geschoßgewicht, Anfangsgeschwindigkeit und Rücklaufverhältnisse.

Als Ausgangs- und Vergleichspunkte für die verschiedenen, theils vorgeschlagenen, theils erörterten Systeme begegnen wir den verschiedensten Faktoren. Bald ist der Schwerpunkt auf die Bewegungsarbeit an der Mündung, bald auf die Kugelzahl des Schrapnels gelegt, bald auf die Feuergeschwindigkeit, bald auf die Fallwinkel und Endgeschwindigkeiten. Uns sei es heute gestattet, von einem anderen Gesichtspunkte auszugehen, nämlich von der Rücklaufgeschwindigkeit des Geschützes als desjenigen Momentes, dessen Berücksichtigung oder Nichtberücksichtigung am meisten die Feuergeschwindigkeit und das System beeinflußt. Wir werden dabei sehen, daß die Zugeständnisse, die man der Rücklaufverminderung einerseits und der Wirkungssteigerung andererseits bringen möchte, ihre Grenzen finden in dem Geschoßgewicht, unter welches man mit Rücksicht auf die Wirkung des Einzelschusses nicht herunter gehen darf, und in der Anfangsgeschwindigkeit, die man in Anbetracht der großen Rückläufe und der Zünderstreuungen nicht überschreiten kann. Mit beiden Hand in Hand geht die Kaliberbestimmung, die sowohl der Erhaltung der Geschoßgeschwindigkeit wie einer rationellen Geschoßverwerthung Rechnung tragen soll. Alles Andere, als da ist Munitionsart, Rohrkonstruktion, Verschluß, Liderung und selbst Laffetirung ist von sekundärer Bedeutung im Vergleich zu obigen Fundamentalfaktoren, wenngleich zugegeben werden muß, daß die Laffetirung unter Umständen allerdings von ausschlaggebender Bedeutung werden kann.

Digitized by Google

Da das Geschützgewicht sich in sehr engen Grenzen bewegt, indem es einerseits, um in der Feuerstellung eine leichte Bedienung zu ermöglichen, nicht über 1050 kg steigen soll, und mit Rücksicht auf Stabilität und jahrelangen Schieß- und Fahrgebrauch auch bei leichten Schnellfeuerkanonen schwerlich unter 950 kg wird sinken können, so läßt sich leicht untersuchen, wie sich die ballistischen Verhältnisse unter Zugrundelegung einer bestimmten Rücklaufgeschwindigkeit und eines bestimmten Geschützgewichtes gestalten. Unseren Betrachtungen werden wir die untere Gewichtsgrenze als die erstrebenswerthere zu Grunde legen und zunächst erörtern, wo die Grenze für das kleinste Geschoßgewicht und für die größte Anfangsgeschwindigkeit liegt, mit Rücksicht auf die Verhältnisse des Feldkrieges, auf die ballistischen Leistungen und insbesondere auch auf die Beherrschung des Rücklaufes zur Steigerung der Feuergeschwindigkeit. Daß die Letztere an sich zum mindesten wünschens- und erstrebenswerth ist, dürfte heute unbestritten sein. Es fragt sich daher, ob es möglich ist, zu einem annehmbaren Kompromiß zwischen Wirkung des Einzelschusses und Feuergeschwindigkeit zu kommen.

In einem Aufsatz des Militär-Wochenblattes 1893 Nr. 12, der von einem Vergleich der Wirkung eines 6 cm und eines 8 cm Geschützes handelt, und bei welcher sich der Verfasser des Längeren über die Bedeutung des Kegelwinkels für den Schrapnelschuß ausläßt, kommt derselbe zu dem Ergebniß, daß die Dichtigkeit der Treffer so groß sein soll, daß bei normaler Sprengweite auf die Trefffläche eines Mannes eine Kugel entfällt. Bei einem Durchmesser der Streuungsgarbe von 16 m (normaler Geschützzwischenraum) beträgt der Inhalt des Querschnittes 201 qm; demnach würde das Schrapnel 251 Kugeln enthalten und, eine normale Sprengweite vorausgesetzt, auf den Haupt-Kampfentfernungen einen Kegelwinkel von 18° haben müssen, der nur durch ein Bodenkammerschrapnel erreichbar ist.

Der Verfasser fährt dann fort: „Es kann sich hierbei natürlich nicht um mathematisch bestimmte Werthe handeln; es ist aber gut, wenn man sich klar darüber ist, welche Folgen eine Vergrößerung oder Verringerung des Geschoßgewichtes bezw. des Kegelwinkels hat.“ Indem wir diese Ansicht zu der unsrigen machen, kommen wir für das Geschoß(Schrapnel)gewicht zu folgendem Ergebniß:

Digitized by Google

Das Kugelgewicht des Schrapnels der eingeführten Feldgeschütze bewegt sich zwischen 10,6 und 15 g, und zwar ist dasselbe vielfach*) hinter der Sprengladung oder um dieselbe angeordnet, so daß zu der Endgeschwindigkeit, welche dem nicht krepirten Schrapnel innewohnt, kein Zuschuß an Geschwindigkeit hinzutritt. Die russischen, italienischen und österreichischen Schrapnels haben zwar Bodenkammerladung; doch ist dafür bei diesen Geschossen die Endgeschwindigkeit geringer wie bei allen anderen und beträgt beispielsweise für die russische Feldkanone an der Grenze des Schrapnelfeuers (3400 m) nur noch 221 m. Trotzdem hat man ein Kugelgewicht von 10,6 g für ausreichend erachtet. Das Kugelgewicht des Schrapnels der auch in mancher anderen Hinsicht eigenthümlichen englischen Gebirgskanone beträgt für die Hälfte der Füllung sogar nur je 8,3 g, dabei ist die Endgeschwindigkeit auf der Schrapnelgrenze von 3000 m allerdings noch 260 m, wohingegen zu bedenken bleibt, daß die Sprengladung als Kopfkammerladung angeordnet ist, mithin eine Verringerung der Kugelgeschwindigkeit verursacht. Die Füllkugeln der Grusonschen 5,3 und 5,7 cm Schrapnels wiegen gleichfalls nur 8 g und haben, wie die Schießberichte des Grusonwerks erkennen lassen, noch weit über 2000 m hinaus eine ausgezeichnete Tiefenwirkung bei einer Endgeschwindigkeit, die fast bis zu der der oben genannten englischen Kanone heruntergeht. Wir nehmen daher keinen Anstand, für ein neu zu konstruirendes Feldschrapnel das Gewicht der einzelnen Füllkugel auf 9,5 g festzusetzen, wobei allerdings Bodenkammerladung vorausgesetzt werden muß. Wir verlangen Bodenkammerschrapnels trotz des Nachtheils, daß sie eine geringere Anzahl Kugeln fassen als das Mittel- und Kopfkammergeschoß, und obwohl wir uns bewußt sind, daß der Zuwachs an Kugelgeschwindigkeit durch die Anordnung der Sprengladung am Boden nicht so groß ist, wie vielfach angenommen wird. Immerhin glauben wir dies Plus mit 40 m nicht zu hoch zu schätzen. Generallieutenant Müller giebt dasselbe in seinem neuesten Werke: „Die Entwickelung der Feldartillerie" auf Grund von Versuchen sogar auf 56 bis 59 m an. Die Bodenkammereinrichtung halten wir aber außerdem noch deshalb für wünschens-

*) Deutschland, Frankreich, England und Vereinigte Staaten von Nord-Amerika.

Digitized by Google

werth, weil durch sie es möglich wird, selbst bei stärkerem Drall und auf großen Entfernungen die Kegelwinkel so klein zu halten, daß die Sprenggarbe des Einzelschusses auch bei großen Sprengweiten — und diese werden im Gefecht in den meisten Fällen die Regel bilden — genügend zusammengehalten, die Grenze der durch die Verdünnung der Kugelgarbe gezogenen lohnenden Tiefenwirkung also möglichst weit gelegt wird.

Wo diese Grenze aber mit Rücksicht auf die abnehmende Fluggeschwindigkeit der Kugeln zu suchen ist, haben wir in nachstehender Tabelle I zusammengestellt, durch welche das niedrige Kugelgewicht von 9,5 g zahlenmäßig gerechtfertigt werden soll.

Als Grenze der Tiefenwirkung ist diejenige Entfernung, gerechnet vom Sprengpunkt, angenommen, bei der noch eine lebendige Kraft entsprechend Spalte 9 durch die Kugel im Auftreffpunkt geleistet wird. Hierfür ist des Weiteren nach dem Vorgang von Wille angenommen, daß die Durchschlagskraft es ist, die die außer Gefecht setzende Wirkung verursacht und daß diese also umgekehrt proportional ihrem Durchmesser ist. In Wirklichkeit ist die Durchschlagskraft für das kleinere Kaliber noch etwas günstiger, ganz besonders bei Hartbleikugeln, die keiner Deformation ausgesetzt sind. Da sich aber darüber streiten läßt, ob die Durchschlagskraft allein es ist, die das lebende Ziel außer Gefecht setzt, oder ob nicht vielmehr die Stoßkraft ausschlaggebend ist, so haben wir für erstere absichtlich nicht die rechnerisch günstigsten Werthe gesetzt; ebenso sind, wie man sich leicht überzeugen kann, die Zahlen der Spalten 10 bis 12 keineswegs hoch gegriffen. Für die 13 g schwere, in der Anmerkung erwähnte Weichbleikugel würde der Werth in Spalte 11 z. B. 342 lauten müssen, während Wille*) ihn noch größer als 400 m annimmt.

Ist es die Stoßkraft allein, die durch Zerstören oder vielmehr dann „Stören" eines Theils der Körperfläche das Ziel gefechtsunfähig macht, so würde der Werth von 8 mkg konstant bleiben, aber auch hierdurch würden sich die Werthe für die 9,5 g schwere Kugel, wie ein Vergleich der Spalte 7 und 8 lehrt, noch immer günstig genug stellen und die Tiefenwirkung nur eine geringe Einbuße erleiden. Die Zahlen der Spalten 10 bis 12 stellen übrigens keine absoluten sondern nur relative Werthe dar,

*) Feldgeschütz der Zukunft. Seite 52.

Digitized by Google

Tabelle I.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Lfde. Nr.	Kugelgewicht	Auf 1 kg kommen Kugeln	Kugeldurchmesser bei einem spez. Gew. von 9,5	Flächeninhalt des Querschnitts	Querschnittbelastung pro qcm	Auftreffgeschwindigkeit für eine leb. Kraft von 8 mkg	Erforderliche Endgeschwindigkeit für gleiche Durchschlagskraft	Erforderliche lebendige Kraft für gleiche Durchschlagskraft	Tiefenwirkung m bei Anfangsgeschwindigkeit der Kugeln entsprechend einer Fluggeschwindigkeit im Sprengpunkt des Schrapnels von 210 m	Tiefenwirkung m bei Anfangsgeschwindigkeit der Kugeln entsprechend einer Fluggeschwindigkeit im Sprengpunkt des Schrapnels von 260 m	Tiefenwirkung m bei Anfangsgeschwindigkeit der Kugeln entsprechend einer Fluggeschwindigkeit im Sprengpunkt des Schrapnels von 310 m	Bemerkung.
	g		mm	qmm	g	m	m	mkg	250 m	300 m	350 m	
1	11	91	13	132,7	8,3	120	120	8,0	227	268	300	Als Ausgangspunkt ist die 13 g schwere Kugel des deutschen Schrapnels C/82 genommen, die den gleichen Querschnitt hat wie die unter Lfde. Nr. 1 aufgeführte und die bei 110 m Auftreffgeschwindigkeit ein lebend. Ziel außer Gefecht setzen soll.
2	10	100	12,6	124,7	8,0	125	124	7,75	210	255	280	
3	9	111	12,16	116,1	7,75	132	128	7,48	192	235	260	
4	8	125	11,7	107,5	7,44	140	133	7,2	173	215	240	
5	7	143	11,2	98,5	7,1	150	140	6,9	150	194	217	

Digitized by Google

da die Flugbahnen der Füllkugeln infolge ihres kleinen Gewichtes und ihrer geringen Querdichte durch äußere Einwirkungen sehr beeinflußt wurden. Aufprallen auf dem Boden und starker Wind beispielsweise können in günstiger, namentlich aber in ungünstiger Beziehung von unberechenbarer Bedeutung werden.

Nach der Tabelle ergiebt sich für die 9,5 g schwere Kugel bei einer Fluggeschwindigkeit des Schrapnels von 237 m noch eine Tiefenwirkung von mindestens 200 m, was als völlig ausreichend angesehen werden muß, um so mehr als die lohnende Wirkung, basirt auf einer spezifischen Belastung der Querschnittsfläche der Kugelgarbe, mindestens ebenso früh ihre Grenze in der rasch zunehmenden Verdünnung der Ersteren findet. Nimmt man eine Kugel per 10 qm Fläche in dieser Beziehung als äußerste Grenze an, so wird diese bei einer Sprengweite von 214 m für ein Schrapnel mit rund 250 Füllkugeln bezw. Sprengpartikeln bereits bei einem Kegelwinkel von 15° erreicht. Ein derartig kleiner Kegelwinkel dürfte aber auch den den angeführten Endgeschwindigkeiten entsprechenden großen Entfernungen selbst mit Hülfe der Bodenkammer nicht zu erlangen sein, ganz abgesehen davon, daß diese übertrieben geringe Ausbreitung der Sprengtheile nicht einmal immer erwünscht ist.

Das Gewicht von 250 Kugeln zu 9,5 g beträgt 2,373 g. Es handelt sich also darum, diesem nutzbaren Gewicht ein möglichst geringes todtes Gewicht hinzuzufügen, um ein hinsichtlich seiner Verwerthung möglichst günstig konstruirtes Schrapnel zu erhalten.

Bei Mittelkammer- und Kopfkammerschrapnels sind Verwerthungen von 42 bezw. 60 pCt. schon häufig erreicht worden. Die letztgenannte Zahl weist u. A. das analog dem französischen obus à mitraille konstruirte 6 kg schwere Schrapnel der Hotchkiß 7,5 m Schnellfeuerfeldkanone L/28 auf. Wir erwähnen gerade dieses, weil es die verhältnißmäßig hohe Anfangsgeschwindigkeit von 530 m hat. Die höchsten Verwerthungszahlen sind, soweit uns bekannt, bis jetzt jedenfalls nicht über 41 pCt. gediehen.

Wir glauben aber, daß sich in Anbetracht der den kleineren Kugeln eigenthümlichen günstigeren Lagerung, ferner bei Verminderung der Sprengladung auf 1 pCt. des Geschoßgewichts und Anwendung einer spezifisch leichten Aluminiumlegirung für den Zünder diese Verwerthung von 41 pCt. ganz bestimmt,

Digitized by Google

vielleicht ſogar eine ſolche bis 43 pCt. ermöglichen laſſen wird. Die geforderten 250 Kugeln zu 9,5 g würden bei letzterem Verhältniß einem Gewicht des fertigen Schrapnels von 5,51 kg entſprechen. Begnügt man ſich mit 240 Kugeln, einer Zahl, welche, da noch auf rund 10 Sprengſtücke aus dem Kopf, Zünder, Mantel, Treibſcheibe ꝛc. zu rechnen iſt, auch noch genügend ſein wird, ſo ergiebt ſich ein Geſchoßgewicht von 5,55 kg. Eine Sprengladung von 55,5 g, d. i. 1 pCt. des Geſchoßgewichtes, wird eine ſelbſt für das Einſchießen hinreichend große und beobachtungsfähige Sprengwolke ergeben, namentlich dann, wenn entweder die Füllmaſſe einen Zuſatz von rauchentwickelnder Subſtanz erhält, oder nur aus ſolcher beſteht. Der Referent des Militär-Wochenblattes hebt in dem weiter oben citirten Artikel die Verminderung der Sprengladung als durchführbar hervor, indem er auf die allgemeine Einführung des rauchloſen Pulvers hinweiſt, das der Beobachtungsfähigkeit der Sprengwolken zu ſtatten kommt. Die kleinere Sprengladung hat dabei gegenüber der größeren noch den Vortheil, daß dabei der Kegelwinkel auch beim Bodenkammerſchrapnel etwas größer ausfällt.

Wie für das Geſchoßgewicht die untere Grenze durch Wirkung des Einzelſchuſſes gegeben iſt, ergiebt ſich die obere Grenze für die Geſchwindigkeit durch die Konſtruktion der Zünder und bei gegebenem Geſchoßgewicht auch durch die Rücklaufverhältniſſe. Funktioniren die erſteren bei hohen Geſchoß-Anfangsgeſchwindigkeiten und den entſprechenden Gasdrücken auch noch gut, ſo rufen ſie dennoch infolge der großen Sprengpunktſtreuungen der Steigerung der Anfangsgeſchwindigkeit bald ein lautes „Bis hierher und nicht weiter“ entgegen. Die Streuungen wachſen zunächſt an ſich ſchon mit zunehmender Fluggeſchwindigkeit, wenn auch glücklicherweiſe weniger als proportional der fortſchreitenden Geſchwindigkeit. Das Störende liegt aber nicht ſowohl hierin, als vielmehr in dem ungünſtigen Einfluß der ſtarken Rotation, die natürlich bei gleichen Drallverhältniſſen und gleichen Fluggeſchwindigkeiten ſehr zu Ungunſten des kleineren Kalibers ſprechen, indem hier das Geſchoß auf der gleichen Wegſtrecke, alſo in derſelben Zeit, ſich in demſelben Verhältniß öfter dreht, in dem ſein Kaliber kleiner iſt als dasjenige des großen Geſchoſſes. Die Winkelgeſchwindigkeit iſt eine Funktion des Kalibers. Sie wächſt mit Abnahme deſſelben. Es darf daher nicht Wunder

Digitized by

nehmen, wenn bei schweren Kanonen die Zünder sehr gut brennen, unter sonst gleichen Verhältnissen bei kleinen Kanonen aber schlechter. Wollte man den Drall vermindern, so müßte zur Erhaltung der Stetigkeit das Geschoß kürzer, also bei gleichem Kaliber leichter gemacht werden, was wieder eine Verschlechterung der Luftwiderstandsverhältnisse zur Folge hat. Man geräth da leicht in einen fehlerhaften Kreis:

General Wille läßt zwar die großen Zünderstreuungen nicht recht gelten, glaubt vielmehr durch Verbesserung der Zünderkonstruktion (Einführung mechanischer Zeitzünder) darüber hinwegzukommen, und tröstet sich im Uebrigen damit, daß die mit der großen Endgeschwindigkeit nothwendig verbundene Rasanz und Tiefenwirkung die durch die Zünderstreuungen verursachten Längenstreuungen wieder gut macht. Drängt sich da nicht von selbst die Frage auf, warum nicht lieber gleich auf die sich vielfach, namentlich für die Bedienung, zu wahren Nachtheilen steigernden Unbequemlichkeiten, die nothwendig mit großen Anfangsgeschwindigkeiten verknüpft sind, verzichten, und dafür von vornherein geringere Längenstreuungen und damit sicheres Einschießen zu ermöglichen, und das um so mehr, als ja die große Rasanz und Tiefenwirkung nur dem Schrapnel zu Gute kommt, nicht aber der Sprenggranate, die doch auch mit dem Zeitzünder versehen sein soll. Gewiß wird sich die Regelmäßigkeit der Zünder noch steigern lassen, so sind z. B. bei dem österreichischen Doppelzünder durch Anwendung schneller brennenden Satzes die Streuungen wesentlich verkleinert*) worden, aber schwerlich dürfte die Zeit schon nahe bevorstehen, wo der Brennzünder seinen Platz dem mechanischen Zeitzünder räumt.

Rechnet man aber mit Brennzündern, und dies muß man thun, sobald es sich nur um die zunächst liegende Zukunft handelt, so sind die Streuungen die bei Anfangsgeschwindigkeiten zwischen 400 und 450 m auf den Haupt-Kampfentfernungen trotz der geringen Umdrehungsgeschwindigkeit entstehen schon reichlich groß und wachsen mit Zunahme der Entfernung, auf der man neuerdings noch ergiebige Schrapnelwirkung verlangt, noch stärker. Bedenkt man ferner, daß ein ballistisch günstig konstruirtes Geschütz entsprechend den großen Anfangsgeschwindigkeiten auch große End-

*) Internationale Revue 1892, Dezemberheft, Seite 241.

Digitized by Google

geſchwindigkeiten haben muß, und daß dieſe ſelbſt ohne Steigerung des erſteren gegenüber unſeren jetzigen Geſchützen nicht unerheblich größer ſein werden, daß ferner die Winkelgeſchwindigkeit infolge des bei Geſchoſſen von hoher Querdichte, alſo großer Länge, nöthigen ſtarken Dralls ſehr groß iſt, ſo kann man nur mit Schaudern an die Streuungen denken, die ſich, trotz der Wohlthaten des Didion'ſchen Geſetzes, für alle in der Luft krepirenden Geſchoſſe ergeben müſſen, deren Fluggeſchwindigkeiten*) entſprechend den verſchiedenen Projekten noch auf mittleren Entfernungen ſo groß ſind, wie die heutigen Anfangsgeſchwindigkeiten. Aus all dieſen Betrachtungen kommen wir zu der Anſicht, daß nahe bei 500 m das Maximum an Anfangsgeſchwindigkeit liegt, was mit Rückſicht auf die Zünderſtreuung einerſeits und Beherrſchung des Rücklaufes andererſeits praktiſch erreichbar iſt. Nimmt doch die Größe des Letzteren proportional dem Quadrate der Rücklaufgeſchwindigkeit des Geſchützes und dieſe wieder ungefähr im einfachen Verhältniß der Geſchoßanfangsgeſchwindigkeit ab!

Wille fragt in ſeiner neueſten Schrift, warum gerade die Feldartillerie**) allein um Hunderte von Metern Mündungsgeſchwindigkeit gegen alle anderen Feuerwaffen zurückbleiben ſoll. Nun, zunächſt glauben wir, daß ſie nicht „ſoll", ſondern „muß" — „leider muß!" — und die Antwort darauf liegt dann nicht gar ſo fern. Bei Handfeuerwaffen läßt ſich die größere Geſchwindigkeit durch Herabſetzung des Gewichtes ihrer Vollgeſchoſſe nicht nur für die Waffe unſchädlich, ſondern für den Schützen und die Wirkung nützlich machen. Bei Feldgeſchützen kommt man aber an viel enger gezogene Grenzen, ſobald man nicht ſowohl auf die Rohrkonſtruktion als vielmehr auch auf die Laffeten-, Geſchoß- und Zünder-

*) Major Lambert giebt im Journal of the R. United Service Institution der Abneigung der engliſchen Feldartilleriſten gegen hohe Anfangsgeſchwindigkeit, wie folgt, Ausdruck: There is also among us a widespread feeling of aversion in principle and practice to these enormous initial velocities to which so much has been sacrificed. Wir führen gerade Stimmen aus Kreiſen der engliſchen Feldartillerie an, weil dieſe die einzige iſt, die bereits über praktiſche Truppenerfahrungen hinſichtlich der Vor- und Nachtheile großer Anfangsgeſchwindigkeiten verfügt.

**) Soll wohl heißen das Feldgeſchütz, da man füglich mit Feuerwaffen nicht die Truppengattungen zu bezeichnen pflegt.

Digitized by Google

konstruktion nach dem heutigen Stande der Technik sowie schließlich auf alle die vielfachen Bedingungen eingeht, denen ein Zukunfts-Feldartilleriematerial nach dem Motto unseres Aufsatzes „am wenigsten schlecht" genügen soll. Im Uebrigen sei hier bemerkt, daß selbst für die großen Kaliber der neueren Küstenkanonen bei Schrapnels die Ladungen so normirt sind, daß ihre Mündungsgeschwindigkeiten wesentlich geringer sind als die der Stahlpanzergranaten. Die Willesche Zusammenstellung 6*), Vergleich von 24 cm Kanonen alter und neuer Konstruktion, beweist auch — wenigstens für die letzten 10 Jahre — für die Rohrausnutzung gar wenig, denn die Steigerung um 150 m Geschwindigkeit und 2070 mt Arbeit hatte gleichzeitig eine Steigerung des Rohrgewichtes von 19 auf 31 Tonnen zur Voraussetzung; mit anderen Worten: die Rohrverwerthung ist dieselbe geblieben, nämlich 173,8 mkg pro kg Rohrgewicht. Wir wollen Wille nicht zumuthen, dieses Maß von 173,8 mkg, das sich auch auf ein Rohr L/40 bezieht, auf seine 7 cm Feldkanone L/40 zu übertragen. Er möchte schwerlich mit den daraus resultirenden (400 · 173,8) = 69,5 m zufrieden sein. Es würde dem bei 6,5 kg Geschoßgewicht eine Anfangsgeschwindigkeit von 458 m bezw. bei 800 m ein Geschoßgewicht von 2,13 kg entsprechen.

Bei einem Geschützgewicht von 950 kg würde nach der Piobertschen Formel bei einem Geschoßgewicht von 5,55 kg und einer Anfangsgeschwindigkeit von 500 m, der eine Ladung von etwa 0,5 kg rauchlosen Pulvers entsprechen dürfte, die Rücklaufgeschwindigkeit rund 3 m p. s. betragen. Bei einem Reibungskoeffizienten von 0,5 für das Geschütz bei völlig gebremsten Rädern ist danach der Rücklauf $= \frac{3^2}{2g \cdot 0{,}5} = 0{,}92$ m. In Wirklichkeit wird derselbe ohne künstliche Hemmmittel, wie Sporne oder dergl., aber noch größer sein, da nach dem Schuß die Laffete sich etwas hebt — wenn nicht gar springt — was eine Verminderung oder selbst zeitweise Aufhebung der Reibung zur Folge hat. Jedenfalls hat man es hier aber mit Kräften zu thun, über deren auch feldmäßige Beherrschung, selbst unter Berücksichtigung ungünstigen Bodens und eines nach hinten abfallenden Aufstellungsortes, sich schon reden läßt.

*) Seite 29 in „Die kommenden Feldgeschütze".

Digitized by Google

4. Kaliberbestimmung und Rohrgewicht.

Von Anfangsgeschwindigkeit und Geschoßgewicht zur Kaliberbestimmung ist nur ein Schritt, allerdings ein Schritt, über den viel gestritten wird. Die zur Erhaltung der Geschwindigkeit nöthige Querschnittsbelastung führt dazu, das Kaliber so klein wie möglich zu wählen. Die Verringerung des Kalibers findet bei gegebenem Geschoßgewicht ihre Grenze darin, daß mit abnehmendem Geschoßdurchmesser der nutzbare Hohlraum schließlich zu ungünstig wird und mit zunehmender Geschoßlänge der Drall steiler und steiler gehalten werden muß. Das Letztere hat aber wieder zur Folge, daß wegen der gesteigerten Umdrehungsgeschwindigkeit, wie schon oben gesagt, die Zünder unregelmäßiger brennen und die Kegelwinkel größer als erwünscht werden. Wenn daher auch mit Rücksicht auf den Gasdruck das Kaliber sich noch mehr verkleinern ließe, so wird man für ein Geschütz, dessen Hauptgeschoß das Schrapnel sein soll, das Kaliber nicht kleiner wählen, als daß das erstere bei gegebenem Gewicht höchstens das $4^1/_2$fache des Gewichtes der gußeisernen kalibermäßigen Vollkugel beträgt, was einer relativen Geschoßlänge von etwa 4 Kalibern entspricht.

Mit Moch und anderen Autoren sind wir der Ansicht, daß bei verschiedenen Kalibern von einem Vergleich der absoluten Werthe der Querschnittsbelastungen keine Rede sein kann. Wille vertritt die entgegengesetzte Ansicht und sucht sie auch verschiedentlich zu rechtfertigen. Er gelangt dabei stellenweise dazu, direkt heraus zu sagen, für eine Geschwindigkeit von x m genügen so und so viel Gramm; für eine größere Geschwindigkeit z. B. 800 m muß die Querdichte mindestens 170 Gramm*) betragen. Halten wir an dieser Zahl fest, so würde das Geschoßgewicht für das 15 cm Kaliber, das einen Seelenquerschnitt zwischen den Feldern von 175 qcm hat, 30 kg betragen. Beim 3,7 cm Kaliber würde das Geschoßgewicht 1,83 kg sein. Wie man auf den ersten Blick sieht, kommt man also zu für die Praxis unbrauchbaren bezw. unmöglichen Werthen. Das 15 cm Geschoß würde unnütz leicht und das 3,7 cm übertrieben schwer sein. Ein Vergleich in Kugelschweren hingegen wird der Verschiedenheit der Kaliber gerecht.

Mangels Besseren halten wir daher an diesem Vergleich der Geschoßgewichte als Mehrfachem der gußeisernen Kugel fest, wo-

*) Militär-Wochenblatt 1894 Nr. 10, Spalte 273.

Digitized by Google

durch jedenfalls dem Anschauungsvermögen in ausgezeichneter Weise entgegen gekommen wird. Bei absolut gleichen Kalibern steht natürlich auch einem Vergleich absoluter Querdichten nichts im Wege.

Das Maß von 4½ Kugelschweren soll natürlich keineswegs das A und O der Geschoßkonstruktion sein, wir glauben aber in der That vorläufig bei Hohlgeschossen ohne wesentliche Preisgabe anderer Vortheile darüber nicht hinausgehen zu können, würden vielmehr in Anbetracht des günstigeren Hohlraumes sowie des für ein kürzeres Geschoß erforderlichen schwächeren Dralls sogar dazu neigen, auf 4¼ oder gar 4 Kugelschweren herunterzugehen. Zu beachten ist ferner, daß bei sehr großen Geschoßlängen, namentlich bei hohen Anfangsgeschwindigkeiten die n-Werthe (Luftwiderstandskoeffizienten) sich verschlechtern, und somit ein Theil der durch die hohe Querdichte erreichten ballistischen Vortheile wieder verloren geht. Bei geringerer Geschwindigkeit ist es logisch nur durchaus richtig, wenn man die Geschosse verhältnißmäßig leichter konstruirt und sich mit 3 oder 3½ Kugelschweren begnügt. Besserer Hohlraum und geringerer Drall sind wieder die damit verbundenen Vortheile. Mit der absoluten Querschnittsbelastung hat dies aber nicht das Mindeste zu thun.

Eine Steigerung der Querschnittsbelastung und zwar sowohl der absoluten wie der relativen, entsprechend 4½ Kugelschweren, würde in der von uns vorgeschlagenen Form schon einen gewaltigen Fortschritt bedeuten gegenüber den heutigen Feldgeschossen die etwa 3 Kugelschweren entsprechen.

Für das weiter oben zu 5,55 kg bestimmte Gewicht ergiebt sich danach ein Kaliber von 69,6 mm oder rund 7 cm, also zufällig dasselbe Kaliber wie jenes von Wille vorgeschlagene. Das Geschoßgewicht ist genau jenes des mit dem leichten Feldgeschütz C/73 ausgeschiedenen leichten Feldschrapnels und ungefähr gleich dem des englischen Feldschrapnels.

Die Querschnittsbelastung würde in unserem Falle mit 146 Gramm (nicht wegen des kleinen Kalibers, sondern) trotz des kleinen Geschoßgewichts noch diejenige aller eingeführten Feldgeschosse meist weit übertreffen.

Die Bewegungsarbeit an der Mündung würde mit 70,7 m gleich derjenigen des deutschen Feldgeschützes sein, also auch in dieser Richtung jedenfalls keinen Rückschritt bedeuten. Die Rohr-

Digitized by Google

konſtruktion bietet ſelbſt innerhalb der gegebenen beſchränkten Gewichts- und Längengrenzen keine Schwierigkeit und würde wahrſcheinlich ſich ſchon mit 30 Kalibern, ſicher aber mit 32 Kalibern = 2,23 m, erreichen laſſen, ſie könnte dabei zur Schonung der Laffete und zur Erreichung einer Sicherheit gegen Rohrdetonirer noch viel ſchwerer gehalten werden, als es die Rückſicht auf den Gasdruck erfordern würde.

Bei Angabe, Berechnung und Rechtfertigung des Rohrgewichts läßt Wille zwei unſeres Erachtens ſehr wichtige Punkte völlig außer Betracht. Es iſt dies die Beanſpruchung der Seelenwände durch die Stichflamme der Stickſtoffpulver, die bei dem in Ausſicht genommenen Gasdruck von rund 4000 Atmoſphären und einer Ladung von 1,5 kg zweifellos eine verhängnißvolle Rolle ſpielen wird, und zweitens für die Rohrſtärke die Inrechnungſtellung der Briſanzwirkung bei Rohrkrepirern. Wille verlangt ausdrücklich, daß die Rohre gegen Rohrdetonirer der Sprenggranaten widerſtandsfähig ſein ſollen. Daß dies bei in weiſen Grenzen beſchränktem Gewicht der Sprengladung an ſich möglich ſein wird, daran zweifelt heute kein Menſch. Wohl liegt aber alle Urſache vor, daran zu zweifeln, daß es bei einem 400 kg ſchweren 7 cm Rohr von 2,8 m Länge und zwar, wie dies Wille ausdrücklich verlangt, an jeder Stelle des Rohres möglich ſein wird, ohne die Sprengladung, ſei es in der Quantität, ſei es in der Qualität, ſo herabzuſetzen, daß von der Sprenggranate nicht viel mehr übrig bleiben wird als der Name. Auffallend iſt jedenfalls, daß in Deutſchland das Rohrgewicht bei den Rohren C/73/91 aus Nickelſtahl*) um 20 kg größer iſt als bei den um 3 Jahre älteren Rohren C/73/88. Es ſind hier nur zwei Fälle denkbar, da in den ſpezifiſchen Gewichten kaum ein Unterſchied ſein dürfte; entweder haben die Laffeten die durch die Erleichterung der Rohre von 450 auf 420 kg vermehrte Beanſpruchung nicht ausgehalten, was kaum anzunehmen iſt, oder aber das Plus von 20 kg war erforderlich, um die Rohre gegen Rohrdetonirer haltbar zu machen. Die Rohre ſind alſo trotz des bei rauchſchwachem Pulver zweifellos geringeren Gasdrucks ſchwerer geworden.

Für die 7 cm Laffete, deren Feuerhöhe ſo niedrig wie irgend möglich, alſo keinesfalls über 1 m ſein müßte, bleibt bei einem

*) Offizier-Taſchenbuch 1894.

Digitized by Google

Gesammtgewicht des abgeprotzten Geschützes von 950 kg, trotz eines im Verhältniß zu seiner Leistung und zum Kaliber schweren Rohres, immer noch reichlich genug Gewicht übrig, um sie zur weiteren Beherrschung des Rücklaufes mit besonderen Hemmmitteln versehen zu können, wie solche theils als einfacher Sporn schon lange bekannt sind, theils erst in jüngster Zeit in Gestalt verschiedener bemerkenswerther Verbesserungen und Erfindungen von sich reden gemacht haben. Sache der Versuchsbehörden wird es sein, hier den Weizen von der Spreu zu scheiden. Das für die Laffete disponible Gewicht wird aber auch gestatten, wenn dies für nöthig erachtet wird, dieselbe mit Einrichtungen zu versehen, welche es ermöglichen, ohne Bewegung des Laffetenschwanzes die Seitenrichtung wenigstens um kleine Winkel zu ändern. Auffallend ist jedenfalls, daß die Engländer bei ihrer Feldlaffete M/II die erst vor wenigen Jahren eingeführte Seitenrichtmaschine wieder fallen gelassen haben, und daß auch die Hotchkiß-Company bei der erwähnten neuesten 7,5 cm Feldkanone die Einrichtung nicht angebracht und hierdurch viel Gewicht gespart hat. Schließlich aber, und darauf glauben wir besonderen Werth legen zu sollen, wird es selbst bei der bei gänzlicher Aufhebung des Rücklaufs eintretenden großen Laffetenbeanspruchung möglich sein, bei dem zur Verfügung stehenden Gewicht die Laffete als starre Laffete zu konstruiren, was der Kriegstüchtigkeit des ganzen Systems zustatten kommen muß.

Es sei uns hier eine kleine Abschweifung gestattet.

5. Laffetenbeanspruchung.

Wie oben schon erwähnt, wird man mit Rücksicht auf die Widerstandsfähigkeit des Rohres gegen Rohrdetonirer vielfach gezwungen sein, dasselbe schwerer zu halten, als es der Gasdruck verlangt, mit anderen Worten: man wird entweder davon absehen müssen, aus dem Rohr an Bewegungsarbeit das Maximum „herauszuholen", was das Rohrmetall und neue Pulver hergiebt, oder aber auf die genannte Rücksicht verzichten. Infolge des größeren Gewichtes des Rohres wird daher auch die Laffetenbeanspruchung geringer, so daß es in Zukunft wohl öfter als bisher vorkommen wird, daß dem Minimum an relativer Laffetenbeanspruchung nahe gekommen wird; dies tritt ein, wenn Rohr-

Digitized by Google

gleich Laffetengewicht*) wird, während bei den meisten bisherigen leichten Feldgeschützen das Rohrgewicht nur etwa 0,8 des Laffetengewichts ist.

Die totale Rückstoßarbeit, die die Laffete aufzunehmen hat, beträgt:

$$\text{(I)} \qquad R = \frac{v^2 (p + cl)^2}{2 g x},$$

worin p das Geschoßgewicht, l das Gewicht der Ladung, x dasjenige des Geschützrohres bedeutet und c denjenigen Quotienten darstellt, der von der Ladung im Sinne des Rückstoßes in Betracht kommt.

Nach Piobert beträgt dieser Theil 0,5, während er nach neueren Untersuchungen mit rauchlosem Pulver bei 1 liegen soll.

Um die Beanspruchung y pro kg Laffetengewicht zu erlangen, ist die totale Rückstoßarbeit noch durch das Laffetengewicht z = (Geschützgewicht B weniger Rohrgewicht x) zu dividiren. Man erhält

$$\text{(II)} \qquad y = \frac{R}{z} = \frac{R}{B - x} = \frac{A}{x (B - x)}$$

worin

$$A = \frac{v^2 (p + cl)^2}{2g}$$

aus Formel (I) als konstant zu betrachten ist.

Um das Minimum an relativer Laffetenbeanspruchung zu bestimmen, bleibt daher nur die Frage zu lösen, für welchen Werth von x wird y ein Minimum in der Gleichung

$$y = \frac{A}{x (B - x)}.$$

Dies tritt ein für denjenigen Werth, für den

$$\frac{dy}{dx} = 0$$

wird.

Es ist

$$\text{(III)} \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{-A (B - 2x)}{(Bx - x^2)^2},$$

*) d. h. Laffetengewicht ohne die Theile, die für die Widerstandsfähigkeit nicht direkt in Betracht kommen, also z. B. ohne Achssitze und Zubehör.

Digitized by

der Quotient wird 0 für $B = 2x$, also $x = \frac{B}{2}$ d. h. die geringste Laffetenbeanspruchung tritt ein, wenn das Rohr halb so viel wiegt wie das Geschütz, wenn also die Laffete genau so schwer ist wie das Rohr.

Der mehrfach genannte Hauptmann Moch hat darauf hingewiesen, wie die Formel (I) für Rückstoßarbeit und Laffetenbeanspruchung für die Berechnung Unbequemlichkeiten bietet, die durch Umformung derselben sich leicht überwinden lassen.

Man erhält dann:

(VI) $$R = \left(\frac{v^2\, p}{2g}\right) \cdot \left(1 + c\,\frac{l}{p}\right)^2 p.$$

Der Inhalt der ersten Klammer ist „die lebendige Kraft des Geschosses an der Mündung pro kg Rohrgewicht", also die Rohrverwerthung (E), und $\frac{l}{p}$ ist das Ladungsverhältniß (n), beides Größen, die bei der Berechnung der Laffetenbeanspruchung bekannt sind. Die Formel (IV) erhält daher die einfache Form:

(V) $$R = E\,(1 + cn)^2\, p,$$

worin bei rauchlosem Pulver $c = 1$ gesetzt werden kann, also in der Formel in Wegfall kommt.

In der nachstehenden Tabelle II haben wir nun auf Grund dieser Formel für $c = 1$ (V) das Produkt $E\,(1 + n)^2$ für die (bei Feldgeschützen) am meisten jetzt und wohl auch in nächster Zukunft vorkommenden Werthe von n und von E, Letztere steigend um je 10 mkg, ausgerechnet:

Zur Berechnung des ganzen Rückstoßes $A\,(1 + n)^2\, p$ hat man daher nur nöthig, den in der Tabelle gefundenen Werth von $A\,(1 + n)^2$ mit dem Geschoßgewicht zu multipliziren. Dabei giebt die Tabelle gleichzeitig für konstantes Geschoß- und Laffetengewicht eine unmittelbare Uebersicht über den Zusammenhang, der zwischen Rohr- und Laffetenausnutzung besteht, der gerade für ein Zukunftsfeldgeschütz, welches auch Schnellfeuergeschütz sein soll, von besonderer Bedeutung ist.

Digitized by

Tabelle II.

Ladungsverhältniß 1:	Lebendige Kraft pro kg Rohrgewicht mkg															
	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
5	216	230	245	259	274	288	302	317	331	346	360	374	389	403	418	432
5,5	210	223	237	251	265	279	293	307	321	335	349	363	377	391	405	419
6	204	218	231	245	259	272	286	300	313	327	340	354	368	381	395	408
6,5	200	213	226	240	253	266	280	293	306	320	333	346	359	373	386	399
7	196	209	222	235	248	261	274	287	300	314	327	340	353	366	379	392
7,5	193	206	218	231	244	257	270	283	295	308	321	334	347	360	372	385
8	190	203	215	228	241	253	266	278	291	304	316	329	342	354	367	380
8,5	187	200	212	225	237	250	262	275	287	300	312	325	337	350	362	375
9	185	198	210	222	235	247	259	272	284	296	309	321	333	346	358	370
9,5	183	196	208	220	232	244	257	269	281	293	305	318	330	342	354	367
10	182	194	206	218	230	242	254	266	278	290	303	315	327	339	351	363
11	179	190	202	214	226	238	250	262	273	286	298	309	321	333	345	357
12	176	188	200	211	223	235	247	258	270	282	293	305	317	329	340	352
13	174	186	197	209	220	232	244	255	267	278	290	302	313	325	336	348
14	172	184	195	207	218	230	241	253	264	276	287	299	310	321	333	344
15	171	182	193	205	216	228	239	250	262	273	284	296	307	319	330	341
20	165	176	187	198	210	221	232	243	254	265	276	287	298	309	320	331
30	160	171	182	192	203	214	224	235	246	256	267	278	288	299	310	320

Digitized by Google

6. Ballistische Verhältnisse bei verschiedenem Geschoßgewicht, aber gleichem Rücklauf.

Auf das Geschoßgewicht von 5,55 kg zurückkommend, das wir bei einer Steigerung der Anfangsgeschwindigkeit bis auf 500 m als das höchst Erreichbare zu einer wünschenswerthen, wenigstens theilweisen Beherrschung des Rücklaufes dargestellt haben, werden wir im Nachstehenden untersuchen, wie sich die ballistischen Verhältnisse ändern, wenn bei Steigerung des Geschoßgewichts die Rücklaufverhältnisse dieselben bleiben sollen. Es kann dies in Frage kommen, sobald entweder ein nutzbares Gewicht des Bodenkammerschrapnels von 41 pCt. nicht ermöglicht oder aber ein Kugelgewicht von 9,5 g als zu klein erachtet wird, also in beiden Fällen die geforderten 250 Sprengpartikel nicht erreicht werden, wenngleich wir selbst auch, d. h. nach unserer persönlichen Meinung, Beides außer Zweifel halten.

Die Geschoßgewichte, die wir in diesem Sinne einer weiteren Betrachtung unterwerfen wollen, sollen um gleiche Werthe, nämlich etwa rund 1 kg steigen, also 6,52 kg und 7,5 kg betragen. Es entsprechen dieselben etwa dem Geschoßgewichte des Willeschen Projektes bezw. des dem Letzteren gegenübergestellten Projektes des Militär-Wochenblatts. Bei gleicher Anfangsenergie von 70,7 m würde das 6,52 kg schwere Geschoß 463 m, das 7,5 kg schwere 430 m Anfangsgeschwindigkeit haben müssen.

Diese Werthe reduziren sich jedoch, um gleiche Rückläufe zu erhalten, auf rund 430 m bezw. 377 m, was lebendigen Kräften von 61,4 bezw. 54,3 m und einer Verwerthung des 950 kg schweren Geschützes von 64,6 bezw. 57,2 mkg pro kg Geschützgewicht entspricht gegenüber 74,4 mkg pro kg des 7 cm Geschützes bei 5,55 kg Geschoßgewicht.

Die großen Geschwindigkeitsunterschiede von 70 bezw. 123 m vermindern sich zwar auf den größeren Entfernungen; immerhin bleiben die Unterschiede noch beträchtlich genug, wie die nachstehende Tabelle zeigt. Zur Bestimmung des Kalibers für die schwereren Geschosse sind dieselben ähnlich den der 5,55 kg schweren konstruirt gedacht, also derartig, daß sie 4½ mal so schwer werden, wie die kalibermäßige Eisenvollkugel; es ergeben sich danach Kaliber von 73,4 mm bezw. 76,9 mm. Die äußeren Geschoßformen sind „möglichst günstig" zur Ueberwindung des Luftwiderstandes gedacht.

Digitized by Google

Tabelle III.

Kaliber mm	69,6			73,4			76,9			Bemerkung.
Geschoßgewicht kg	5,55			6,52			7,5			
Querschnittsbelastung g	146			154			161,3			
Entfernung m	Endgeschwindigkeit m	Fallwinkel Grade und Minuten	Fallwinkel Cotangente	Endgeschwindigkeit m	Fallwinkel Grade und Minuten	Fallwinkel Cotangente	Endgeschwindigkeit m	Fallwinkel Grade und Minuten	Fallwinkel Cotangente	
0	500	—	∞	430	—	∞	377	—	∞	Die Tabelle ist nach der Methode von Braccialini errechnet unter Zugrundelegung eines n-Werthes von 800. Daß ein so niedriger n-Werth erreichbar ist, lehrt ein Blick in die Schußtafeln neuerer Geschützkonstruktionen der Privatindustrie. Auch bei größerem n-Werth bleibt das Verhältniß der v annähernd dasselbe. Bei einzelnen französisch. Geschossen sind übrigens n-Werthe bis zu 736 hinunter erlangt worden.
1000	396	1^{35}	36	350	2^{0}	28	318	2^{30}	22	
2000	324	4^{10}	14	302	5^{5}	11	286	6^{5}	9,4	
3000	288	8^{0}	7,1	276	9^{20}	6,1	265	10^{30}	5,4	
4000	263	12^{55}	4,4	255	14^{35}	3,9	246	16^{5}	3,4	
5000	243	19^{25}	2,8	236	21^{35}	2,5	229	23^{55}	2,2	

Aus der Tabelle geht zunächst hervor, daß bei gleichen Rücklaufverhältnissen des Geschützes das leichte Geschoß dem schweren hinsichtlich der Kleinheit der Fallwinkel, also Größe des bestrichenen Raumes, um rund 500 m, hinsichtlich der Endgeschwindigkeiten gar um 1000 m voraus ist. So ist z. B. für 5,55 kg v_{4000} noch 263 m, also fast gerade so groß wie v_{3000} bei 7,5 kg Geschoßgewicht,

Digitized by Google

und dies alles schon, trotzdem wir die relativen Geschoßlängen und Querdichten mit abnehmender Anfangsgeschwindigkeit nicht verringert haben, wie man es in Wirklichkeit doch jedenfalls thun würde. Infolge der geringeren Endgeschwindigkeit wird es auch nothwendig, das Kugelgewicht zu steigern, um die gleiche Tiefenwirkung zu erhalten, sofern dies Letztere bei den sehr viel größeren Fallwinkeln überhaupt möglich ist.

Da nämlich für die Tiefenwirkung vorwiegend die obere Hälfte der Sprenggarbe in Betracht kommt, so ist leicht zu erkennen, daß diese Tiefenwirkung, wagerechten Boden am Ziel vorausgesetzt, und erst recht bei steigendem, ungemein schnell abnehmen muß, sobald der Fallwinkel größer wird als der halbe Kegelwinkel. Wünschenswerth würde es daher stets sein, den Kegelwinkel so zu erhalten, daß er mit der Entfernung derartig wächst, daß er nie kleiner wird als der doppelte Fallwinkel.

Durch richtige Kombination von Geschoßkonstruktion, Drallwinkel und Anfangsgeschwindigkeit läßt sich in dieser Richtung zwar viel erreichen, auf den großen Entfernungen werden aber die Fallwinkel trotzdem rascher wachsen als die Kegelwinkel, so daß man sich darauf wird beschränken müssen, wenigstens auf den Gebrauchskampfentfernungen, sagen wir zwischen 2000 und 3000 m, ein möglichst günstiges Verhältniß zwischen Kegelwinkel und Fallwinkel zu erhalten. Es ist zweifellos, daß dieser Umstand in Verbindung mit der meist ungünstigeren Gewichtsverwerthung des Bodenkammerschrapnels manche Artillerien abgehalten hat, dasselbe trotz seiner sonstigen unleugbaren Vortheile in ihre Bewaffnung einzuführen. Die Kegelwinkel des Bodenkammerschrapnels sind bei den heutigen Feldgeschützen auf den Kampfentfernungen meist kleiner als der doppelte Fallwinkel.

Es beträgt der Fallwinkel des deutschen Feldschrapnels C/82 auf 2700 m schon 10°. Der Kegelwinkel darf daher, um eine günstige Tiefenwirkung auch noch auf dieser Entfernung zu erhalten, nicht kleiner als 20° sein, was beim Bodenkammerschrapnel kaum zu erreichen sein wird, beträgt er doch nach der Schießvorschrift von 1893 bei den Schrapnels C/82 oder C/91,*) die beide mit Mittelkammer konstruirt sind, nur 22°.

---

*) Wernigk, Handbuch 1893/94.

Digitized by Google

Tabelle IV.

Geschoßgewicht	kg	5,55	6,52	7,5
Nutzbares Gewicht bei 41 pCt.	kg	2,275	2,673	3,075
Kugelgewicht	g	9,5	10	10,5
Kugelzahl		240	267	293
Zahl der Sprengstücke	etwa	10	10	10
Gesammtzahl der Sprengpartikel		250	277	303
Durchmesser der Kugelgarbe in m bei einer Dichtigkeit derselben von 1 Kugel auf	0,8 qm (Mannsfläche)	16	16,8	17,6
	1 qm	17,9	18,8	19,7
	10 qm	56,4	59,4	62,1
Bei einem Kegelwinkel, der doppelt so groß ist wie der Fallwinkel auf 3000 m (Tabelle III), entspricht diesen Durchmessern eine Sprengweite von m	für 0,8 qm (Mannsfläche)	58	51	48
	„ 1 qm	64	57	52
	„ 10 qm	203	180	168

Je kleiner daher infolge größerer Querschnittsbelastung und Anfangsgeschwindigkeit sowie günstigerer Kopfform die Fallwinkel werden, um so größer werden die Aussichten für das Bodenkammerschrapnel, um so berechtigter wird das Verlangen nach ihm. Nach Tabelle III würde beim 7 cm ein Kegelwinkel von kaum 16° auf 3000 m schon groß genug sein, um eine genügende

Digitized by Google

Tiefenwirkung zu sichern. — Für die beiden Vergleichskaliber werden die Verhältnisse natürlich wesentlich ungünstiger, auch wird die Kugelzahl nicht im Verhältniß des Geschoßgewichts steigen, da, wie oben schon angedeutet, in Anbetracht der geringeren Endgeschwindigkeiten das Gewicht der Füllkugeln im Interesse ihrer Tiefenwirkung größer angenommen werden muß. Eine Steigerung um je ½ Gramm dürfte das Mindeste sein, um die geringere Endgeschwindigkeit für die Wirkung auszugleichen.

Legt man dies zu Grunde, so erhält man von den drei Vergleichsschrapnels das vorstehende Bild. (Tabelle IV.)

Die beiden letzten Zahlen dieser Tabelle lassen wieder erkennen, daß die Ausnutzung der durch die Endgeschwindigkeit bedingten größten Tiefenwirkung (rund 200 m) einfach scheitert an der zu großen Verdünnung der Kugelgarbe in Verbindung mit den großen Fallwinkeln. Daher kommt es vielleicht auch, daß die deutsche Schießvorschrift*) für die Feldartillerie trotz des gegenüber den oben entwickelten Projekten schwereren Kugelgewichts nur eine „mittlere Sprengweite bis 120 m" für eine gute Wirkung gestattet, obwohl die Endgeschwindigkeit der Kugeln auf weit mehr als 120 m Entfernung noch genügen würde, um ein lebendes Ziel außer Gefecht zu setzen. Die Annahme eines Bodenkammerschrapnels**) würde hieran unter den einmal gegebenen ballistischen Verhältnissen nichts ändern, da infolge des kleineren Kegelwinkels die Rasanz der oberen Garbenhälfte eher ab- als zunimmt.

---

*) 1893. Seite 15.

**) Siehe hierüber u. a. Müller, Die Entwickelung der deutschen Feldartillerie, Band II. Berlin 1893.

(Schluß folgt.)

VI.

Die Hyperbel als ballistische Kurve.

Von

E. Dekinghaus,

Lehrer an der Königlichen Baugewerkschule in Königsberg i. Pr.

[Fortsetzung.]

Vorbemerkung der Redaktion.

Die unter gleichem Titel im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift mitgetheilte Abhandlung erfährt in der hiermit beginnenden „Fortsetzung" eine Erweiterung und Vertiefung.

Die in Rede stehende Theorie geht von der Hypothese aus, daß die Hyperbel, als Kurve mit Asymptoten, für die Flugbahn der Geschosse substituirt werden kann, da Letztere bekanntlich bei irgend welchem vorausgesetzten Luftwiderstandsgesetz eine vertikale Asymptote besitzen muß.

Ohne alle weiteren willkürlichen Annahmen, zu denen sich die bisherigen Methoden der Ballistik, betreffs möglicher Ausführung der Integration der Differentialgleichungen, gedrängt sahen, ist es dem Autor des neuen Calculs gelungen, an der Hand sehr zahlreicher Schießversuchsunterlagen alle ballistischen Fragen eingehend und elegant mathematisch zu lösen.

Die erstaunliche und prächtige Uebereinstimmung seiner errechneten Resultate mit den gemessenen Ergebnissen von selbst extrem ausgeführten Schießversuchen spricht für die Hyperbel-Hypothese. Nach dem diesseits eingeholten Gutachten einer Fach-Autorität (Artillerist und Lehrer der Mathematik) dürfte die schöne Abhandlung des Herrn Dekinghaus als ein bedeutender Fortschritt in der wissenschaftlichen Behandlung der äußeren und inneren Ballistik zu bezeichnen sein.

Digitized by

Diese Erwägungen haben die Redaktion zur Aufnahme dieses Beitrages bewogen, obgleich derselbe seines großen Umfanges wegen trotz aller inneren Zuständigkeit äußerlich im Mißverhältnisse zu den Raum- und Erscheinungsbedingungen unserer Zeitschrift steht. Es mußte der Uebelstand in den Kauf genommen werden, daß die Abhandlung durch eine größere Anzahl Hefte wird laufen müssen.

Die von uns aufgestellte Theorie der ballistisch-hyperbolischen Bewegung erhält im Folgenden eine Erweiterung und Vertiefung. Vor Allem aber war es uns darum zu thun, ohne Voreingenommenheit für die Theorie die Resultate derselben an der Hand der Erfahrung zu prüfen.

Daher haben wir selbst die Fallversuche von Benzenberg und Reich mit in den Kreis der Untersuchung gezogen, da auch sie noch als extrem asymptotische Fälle der hyperbolischen Bewegung aufgefaßt werden können und man von einer Theorie mit Recht verlangen muß, daß sie, falls sie auf Vollständigkeit Anspruch erhebt, nicht bloß die allgemeinen, sondern auch die speziellen Fälle wiederzugeben vermag.

Darauf entwickeln wir die Koordinaten der allgemeinen Bewegung in Funktionen der Zeit und bestimmen theoretisch und an einem Beispiel die verschiedenen Methoden zur Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeit. Da die genaue Kenntniß der Geschwindigkeit in der Bahn für die Ermittelung der lebendigen und Durchschlagskräfte der Geschosse von hoher Bedeutung ist, so haben wir hier besondere Rücksicht darauf genommen und stellen die Ausdrücke für die Geschwindigkeit und ihre Projektionen ebenfalls in Funktionen sowohl des Ortes als auch der Zeit dar. Hierauf folgt nach einem Blick auf ähnliche Bewegungen nach bestimmtem Aehnlichkeitsgesetz die Bestimmung des Erhöhungswinkels beim indirekten Schuß nebst Erörterungen über die Abhängigkeit des Fallwinkels von dem Elevationswinkel unter Anwendung auf ein Beispiel. Inwiefern kleine Aenderungen in der Anfangsgeschwindigkeit und der Erhöhung Einfluß ausüben auf die Schußzeit und Wurfweite, wird ebenfalls theoretisch auseinandergesetzt und in bestimmten Sätzen ausgesprochen.

Digitized by Google

Hinsichtlich der Anwendung der Theorie auf die artilleristische Praxis stand uns ein Material zu Gebote, wie wir es uns nicht besser wünschen konnten, ein Material, das, was Genauigkeit und Vollständigkeit betrifft, wohl einzigartig dastehen dürfte.

Es sind das die Schießversuche der Gußstahlfabrik Friedrich Krupp in Essen, worin eine Menge höchst schätzenswerthen Materials niedergelegt ist, das für unsere Theorie und ihre Anwendung und Begründung ganz unentbehrlich war.

Gerade bei solchen Berechnungen zeigt es sich recht nachdrücklich, welch hohe Bedeutung oft nur in einer einzigen bestimmten Erfahrungszahl liegt, und thatsächlich kommt in den Kriterien der Gegenüberstellung der Theorie und Erfahrung das Wort Benzenbergs: „Zahlen beweisen" zur entscheidenden Geltung.

Um aber auf den Kern der Sache, d. h. hier auf die inneren Vorgänge in der „Seele" der Kanone einzugehen, bedurfte es einer Reihe von Untersuchungen im Gebiet der inneren Ballistik hinsichtlich der Art und Größe ihres Einflusses auf die äußere, und zeigte sich hier die Bedeutung der Hyperbel namentlich bei der Entwickelung der Kriterien für die Maximalschußweite und die davon abhängigen Kaliberverhältnisse im hellsten Lichte. Als Mangel empfanden wir gerade hier das Fehlen statistischen Materials für Handfeuerwaffen. Wir konnten hier nur wenige, und vielleicht auch da noch nicht die sichersten Beobachtungsdata der Rechnung unterlegen, und wird der geneigte Leser genöthigt sein, die ungenauen Angaben durch ihm vielleicht bekannte genauere zu ersetzen.

Mit besonderer Vorliebe haben wir uns mit einigen der von Krupp in der Weltausstellung zu Chicago aufgestellten Riesengeschütze beschäftigt, worüber wir im Text auch des Weiteren noch berichten. Demzufolge entwickeln wir die theoretische Bestimmung der Durchschlagskräfte ihrer Geschosse, machen eine Anwendung davon auf die 42 cm Küstenkanone, bestimmen in Funktionen des Ortes und der Zeit die Tiefe des Eindringens der Panzergranaten in die Panzerplatten, zeigen in einer weiteren Anwendung auf die preußische 15 cm Ringkanone bezüglich ihrer Durchschlagsfähigkeit die schöne Uebereinstimmung der Theorie mit der Praxis, entwickeln eine Fundamentalgleichung als Kriterium zur Entscheidung der maximalen Durchschlagskraft bei der Probe ver-

Digitized by Google

schiedener Feuerwaffen und machen Anwendung davon auf Gewehre verschiedenen Kalibers.

Darauf leiten wir die Differentialgleichung der Bewegung des Geschosses während des nicht momentanen Verbrennungsprozesses ab, integriren sie und bestimmen unter Benutzung des Kruppschen Beobachtungsmaterials in einem speziellen Falle die Zeit dieser Verbrennung, berechnen die Pulverkraft nebst der Luftwiderstandsbeschleunigung während dieses Vorganges.

Einige sekundäre Kräfte, wie die von der Richtungsveränderung der Schwere und des Windes bedingten u. a., haben wir noch beiläufig berücksichtigt und würden gern auch noch auf das Gebiet der Seitenabweichung der Geschosse eingegangen sein, wenn wir die nöthigen Beobachtungsdata gehabt hätten.

Es wäre deshalb zu wünschen, wenn die erwähnten Schußtabellen in einer besonderen Anmerkung oder Spalte die Richtung oder das Azimut des Geschützes gegen den Meridian notiren wollten.

XIII. Vergleichung der Theorie mit den Fallversuchen von Benzenberg und Reich.

Die Fallversuche von Benzenberg und Reich sind ein geeignetes Mittel, die Theorie der hyperbolischen Fallbewegung mit den Resultaten der senkrechten Fallbewegung in Verbindung zu setzen und zu prüfen. Wie es scheint, sind diese Fallversuche die einzigen geblieben, die man in unserem Jahrhundert und zwar zu dem Zweck angestellt hat, nicht sowohl um die Konstante des Luftwiderstandes zu bestimmen, als vielmehr um die Größe der Abweichung der fallenden Körper von der Lotlinie festzustellen und damit die Rotation der Erde augenfällig zu beweisen.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind enthalten in J. F. Benzenberg, Versuche über das Gesetz des Falls ꝛc., Reich, Fallversuche über die Umdrehung der Erde.

Da diese Untersuchungen mit der größten Sorgfalt, Mühe und Geduld angestellt worden sind, so bürgen sie in ihren Resultaten für die Genauigkeit der Messungen. Für unsere Berech-

Digitized by Google

nungen bedürfen wir der östlichen Abweichung nicht, es genügen die Angaben der Fallhöhe y und die Zeitdauer der vertikalen Bewegung.

In XI haben wir folgende Formel hierfür entwickelt:

$$y = \tfrac{1}{2} g t^2 \left(\frac{1 + \frac{1}{2} ct}{1 + ct}\right)^2, \quad c = \text{Const.},$$

die wir als Grundlage für das Folgende benutzen werden.

Die Konstante c bezieht sich auf den Widerstand der Luft, ohne welchen die Formel in die bekannte für den luftleeren Raum

$$y = \tfrac{1}{2} g t^2$$

übergeht.

Bringen wir die vorhergehende in die Form

$$\sqrt{\frac{2y}{g}} = t \frac{(1 + \frac{1}{2} ct)}{1 + ct},$$

und lösen sie nach t auf, so folgt

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{1}{c} \left(\sqrt{1 + \frac{2h}{g} c^2} - 1\right),$$

und wenn wir sie nach Potenzen von $2hc^2/g$ entwickeln

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{ch}{g} - \tfrac{1}{2} \frac{c^3 h^2}{g^2}$$

Da c eine kleine Größe ist, so reichen, wie wir nachher sehen werden, die beiden ersten Glieder für Fallräume bis 800 m völlig aus, da bis dahin das dritte nur Bruchtheile einer Tertie darstellt. Als Resultat einer Berechnung setzen wir

161) $$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + 0{,}015 \frac{h}{g} \text{ Sekunden.}$$

Das erste Glied zur Rechten charakterisirt die Zeit der Bewegung im luftleeren Raum, das zweite die Korrektion hierzu für den lufterfüllten.

Drücken wir die Zeit in Tertien aus, so geht die Formel über in

$$t = 60 \sqrt{\frac{2h}{g}} + 0{,}9 \frac{h}{g} \text{ Tertien.}$$

Benzenbergs Resultate aller seiner Versuche auf dem Michaelisthurme zu Hamburg sind auf Seite 185 seines Buches

Digitized by Google

angegeben wie folgt. Die Fallhöhen waren in par. Fuß

24,8 66,7, 144,0 234,4, 240,0 321

und die entsprechenden Fallzeiten

1 Sek. 17,08, 2 S. 8,77, 3 S. 6,95, 4 S. 1,05,
4 S. 3,70, 4 S. 48,3.

Dies sind die Beobachtungsresultate, die wir unseren Rechnungen zu Grunde legen werden mit Auslassung eines Falles von 340′, den Benzenberg wegen Mißlingens mehrerer Versuche von dieser Höhe für ungewiß erklärt. Seine Kugeln bestanden aus einer Komposition aus Blei und Zinn und hatten 43 mm Durchmesser.

Wir werden also die ermittelten Fallhöhen nebst $g = 30{,}212$ p. F. in die obige Formel einzusetzen und die Fallzeiten nebst deren Unterschieden von den beobachteten zu berechnen haben.

Die folgende kleine Tabelle enthält die Resultate der Rechnung:

h (par. F.)	t (beob.)	t (ber.)	Differenz
24,8	1 S. 17,08 T.	1 S. 17,61	+ 0,53 T.
67,7	2 = 8,77 =	2 = 9,03	+ 0,26 =
144,0	3 = 6,95 =	3 = 9,54	+ 2,59 =
234,4	4 = 1,05 =	4 = 3,43	+ 2,38 =
240,0	4 = 3,70 =	4 = 6,21	+ 2,51 =
321	4 = 48,30 =	4 = 46,14	— 2,16 =

Die Differenzen zwischen den berechneten und beobachteten Fallzeiten schwanken zwischen — 2 und + 2½ Tertien, was ein im Ganzen günstiges Resultat sein dürfte in Anbetracht dessen, daß nach Benzenberg ein Irrthum von 1 bis 2 Tertien nicht ausgeschlossen erscheint. Bis auf diese nicht wohl weiter zu vermindernde Differenz dürfte also die Theorie mit der Erfahrung im Einklang stehen.

Wir gehen nun über zu Reichs Versuchen im Dreibrüderschacht bei Freiberg i. S.

Hier stand eine bedeutend größere Tiefe zur Verfügung, wie auch manche Störungsursachen, die die Versuche seines Vorgängers hemmend beeinflußten, durch die Natur der veränderten Verhältnisse wie auch durch außerordentliche Vorsichtsmaßregeln und verbesserte Methoden nahezu in Wegfall kamen. Es ist überhaupt

Digitized by

von hohem Intereſſe, aus den genannten Werken die Größe der Schwierigkeiten, mit welchen beide Forſcher zu kämpfen hatten, und die unausgeſetzten Verſuche zur Bekämpfung derſelben kennen zu lernen, die dann endlich auch zu einem möglichſt fehlerfreien Reſultate führten.

Die gemeſſene Fallhöhe war

$$h = 158{,}5 \text{ m},$$

die Fallzeit $t = 5$ Sek. 57,2 Tertien,

die Schwere $g = 9{,}81$ m.

Die nach unſerer Formel berechnete Fallzeit iſt

5 Sek. 55,6 Tertien,

die Differenz alſo

— 1,6 Tertien,

ebenfalls ein günſtiges Reſultat, da auch dieſe Differenz noch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegen wird.

Hiernach ſcheint es, daß die obige Formel die Beobachtungsdata bis auf die unvermeidlichen Unterſchiede hinlänglich genau wiederzugeben vermag, wenn man dabei berückſichtigt, wie vielerlei Umſtände hinſichtlich des veränderten Ortes, der Zeit, der Temperatur, der Größe, Schwere und Form der Körper, der Sinnesfehler u. a. m. die Bewegung beeinfluſſen.

Es wäre wünſchenswerth, daß da, wo noch größere Tiefen oder Höhen, wie beiſpielsweiſe beim Eiffelthurm zu Paris zur Verfügung ſtehen, Verſuche ähnlicher Art und zwar lediglich zu dem Zweck wiederholt würden, die den verſchiedenen Fallhöhen entſprechenden Fallzeiten durch möglichſt genaue Beobachtung feſtzuſtellen.

XIV. Die Koordinaten des Projektils als Funktionen der Zeit.

In gleicher Weiſe, wie wir vorher die Fallhöhe als Funktion der Zeit beſtimmt haben, können auch die Koordinaten der hyperboliſchen Bewegung des ſchweren Punktes als abhängig von der Zeit dargeſtellt werden.

Zu dem Ende nehmen wir die Formeln 100) und 102) wieder vor, um dieſelben zum obigen Zwecke umzugeſtalten.

Digitized by

Bezeichnen wir kurz mit c den folgenden von der Widerstandskonstante U_0 und der Anfangsgeschwindigkeit v_0 abhängigen Ausdruck

$$c = \tfrac{1}{3}\,\frac{U_0}{v_0},$$

so erhalten wir

162)
$$x = v_0 \cos\alpha \cdot t\,\frac{1 + \frac{1}{2}\,ct}{(1 + ct)^2},$$

$$y = v_0 \sin\alpha\, t\,\frac{1 + \frac{1}{2}\,ct}{(1 + ct)^2} - \tfrac{1}{2}\,gt^2\left(\frac{1 + \frac{1}{2}\,ct}{1 + ct}\right)^2.$$

Dies sind die Ausdrücke für die Koordinaten des Projektils in Funktionen der Zeit.

Die der parabolischen Bewegung sind

$$x_p = v_0 \cos\alpha\, t,$$

$$y_p = v_0 \sin\alpha\, t - \tfrac{1}{2}\,gt^2.$$

Die Vergleichung beider Formeln läßt sofort erkennen, daß die hyperbolischen Koordinaten stets kleiner sind als unter sonst gleichen Verhältnissen die parabolischen, denn es ist

$$y = \left(\frac{v_0 \sin\alpha\, t}{1 + \frac{1}{2}\,ct} - \tfrac{1}{2}\,gt^2\right)\left(\frac{1 + \frac{1}{2}\,ct}{1 + ct}\right)^2,$$

und also $y < y_p$, $x < x_p$

Die Relation

$$x_p - x = \tfrac{1}{3}\,U_0 \cos\alpha\, t^2\,\frac{1 + \frac{3}{4}\,ct}{(1 + ct)^2}$$

zeigt, daß die entsprechenden horizontalen Unterschiede beider gleichzeitigen Bewegungen mit der Anfangsbeschleunigung ungefähr in einfachem, mit der Zeit in fast quadratischem Verhältnisse zunehmen.

Wir bemerken vorab, daß auch U_0 im Allgemeinen dem Quadrate der Anfangsgeschwindigkeit proportional ist. Es ist also sehr erklärlich, warum die parabolischen und hyperbolischen Schußweiten so sehr voneinander differiren.

Für den Schuß in der Horizontalen wird

$$x_h = v_0\, t\,\frac{1 + \frac{1}{2}\,ct}{(1 + ct)^2},$$

$$y_h = -\tfrac{1}{2}\,gt^2\left(\frac{1 + \frac{1}{2}\,ct}{1 + ct}\right)^2.$$

Digitized by Google

Die letzte Gleichung zeigt deutlich den Einfluß des Luftwiderstandes auf die Fallhöhe.

Für den Schuß nach oben oder unten gelten die Gleichungen

$$y_0 = \pm v_0 t \frac{1 + \frac{1}{2} ct}{(1 + ct)^2} - \frac{1}{2} g t^2 \left(\frac{1 + \frac{1}{2} ct}{1 + ct}\right)^2$$

woraus die bekannten Gleichungen

$$y = \pm v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

für den luftleeren Raum hervorgehen.

Die Bestimmung der Bahnkurve selbst oder die Zurücklegung eines bestimmten Bogens derselben als Funktion der darauf verwendeten Zeit führt auf elliptische Integrale, die wir aber hier nicht einführen wollen.

Gemäß der Formel 108), die die Geschwindigkeit des Projektils durch die Zeit bestimmen läßt, gewinnen wir vermöge der Relation $ds = vdt$

163)

$$s = \frac{3}{4} g \frac{v_0}{U_0} \int \frac{\sqrt{1 + 2k \sin\alpha + k^2} - 2(1 + k \sin\alpha)(1+ct)^4 + (1+ct)^8}{(1 + ct)^3} dt,$$

$$c = \frac{1}{3} \frac{U_0}{v}, \quad k = \frac{4}{3} \frac{U_0}{g}.$$

Es würde keinen Nutzen gewähren, die Reduktion dieses Integrals durchzuführen, wir wollen indessen für die Anfangsmomente der Bewegung eine Reihenentwickelung aufzustellen nicht unterlassen, um wenigstens einen Ausdruck des Bogens für kleine Zeiten zu besitzen.

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} g \left(\frac{U_0}{g} + \sin\alpha\right) t^2 + \frac{1}{6} \frac{g}{v_0} \left(\frac{1}{3} \frac{U_0^2}{g^2} + \frac{U_0}{g} \sin\alpha + \cos\alpha^2\right) t^3 \ldots$$

Man bemerke den Ausdruck $-\frac{1}{2} U_0 t^2$ des Luftwiderstandes im zweiten Gliede der Reihe. Ist s_p der von U_0 unabhängige parabolische Antheil der Kurve, so ist auch

$$s = s_p - \frac{1}{2} U_0 t^2 + \frac{1}{6} g \frac{U_0}{v_0} \left(\sin\alpha + \frac{1}{3} \frac{U_0}{g}\right) t^3 - \ldots$$

Oder: der Luftwiderstand vermindert zu Anfang der Bewegung den Kurvenbogen proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit und dem Quadrate der Zeit.

Digitized by Google

XV. Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeit.

Die vorhergehenden Formeln eignen sich sehr gut zur Bestimmung dieser wichtigen Größe, die als solche nicht direkt beobachtet, sondern nur aus einer Kombination von Raum- und Zeitgrößen berechnet werden kann. Da es hier nur auf geringe Schußweiten und -zeiten ankommt, brauchen wir die strengen Formeln nicht anzuwenden, es genügen vielmehr die folgenden, daraus abgeleiteten Näherungswerthe

$$x = v_0 \cos \alpha t \left(1 - \tfrac{3}{2} c t\right),$$

$$y = v_0 \sin \alpha t \left(1 - \tfrac{3}{2} c t\right) - \tfrac{1}{2} g t^2 (1 - c t),$$

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \tfrac{1}{6} g t^2 - \frac{g t x}{v_0 \cos \alpha}.$$

Es sei also die Anfangsgeschwindigkeit des Projektils bei seinem Heraustreten aus dem Geschütz zu bestimmen.

Wir nehmen an, daß mittels des Chronographen die Zeitdauer der Bewegung für etwa zwei abgemessene Strecken in der Horizontallinie genau bestimmt worden ist, und nennen diese den Strecken x und x_1 entsprechende Flugzeiten t und t_1. Diese vier Größen können für den horizontalen Schuß genügen, anderenfalls muß der Elevationswinkel α in Rechnung gezogen werden.

Wir haben zunächst gemäß der ersten Gleichung

$$\frac{x}{v_0 \cos \alpha t} = 1 - \tfrac{3}{2} c t,$$

$$\frac{x_1}{v_0 \cos \alpha_1 t_1} = 1 - \tfrac{3}{2} c t_1.$$

Durch Elimination von c erhalten wir den folgenden Ausdruck für die Anfangsgeschwindigkeit

164) $$v_0 = \frac{x \cos \alpha_1 t_1^2 - x_1 \cos \alpha t^2}{\cos \alpha \cos \alpha_1 t t_1 (t_1 - t)}.$$

Wir geben hierfür ein Beispiel. (Vergl. Mieg, Theoretische äußere Ballistik, S. 310 ff.).

Es sei die Anfangsgeschwindigkeit für die mittlere Jahresbahn des Infanteriegewehrs M/71 zu berechnen.

Auf Grund der Beobachtungen und Messungen benutzen wir folgende Data:

$x = 50^m$,	$x_1 = 100^m$,
$t = 0{,}117647^s$,	$t_1 = 0{,}2493904^s$,
$\alpha = 4'\ 32{,}0205''$,	$\alpha_1 = 9'\ 36{,}598''$.

Digitized by Google

Führen wir diese Werthe in die obige Gleichung ein, so resultirt

$$v_0 = 446{,}55^m$$

als die gesuchte Anfangsgeschwindigkeit der mittleren Jahresbahn des Infanteriegewehres M/71.

Eine andere Methode zur Ermittelung von v_0 liefert die Formel 80),

$$U_0 = \tfrac{3}{4} \frac{v_0^2 \sin 2\alpha - gW}{W \sin \alpha},$$

worin anstatt der Schußzeiten die Schußweiten vorkommen. Für zwei Versuche aus gleichem Geschütz haben wir

$$\frac{v_0^2 \sin 2\alpha - gW}{W \sin \alpha} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha_1 - gW_1}{W_1 \sin \alpha_1}$$

Aus dieser Relation folgt

165) $$v_0^2 = \tfrac{1}{2} g \frac{W W_1 (\sin \alpha_1 - \sin \alpha)}{\sin \alpha \sin \alpha_1 (W_1 \cos \alpha - W \cos \alpha_1)}$$

Um wieder die Anfangsgeschwindigkeit des deutschen Infanteriegewehrs M/71 zu berechnen, wählen wir a. a. O. S. 86 die folgenden Beobachtungsgrößen:

$$W = 100, \quad W_1 = 200,$$
$$\alpha = 9' 4'' \quad \alpha_1 = 21' 44'', \quad g = 10,$$

und erhalten nach obiger Formel

$$v_0 = 442 \text{ m}.$$

Eine dritte Methode liefert die Gleichung der Kurve

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos \alpha^2 - \tfrac{4}{3} U_0 \cos \alpha \cdot x}$$

für den horizontalen Schuß $\alpha = 0$.

Die Senkung oder die Fallhöhe des Projektils ist dann, absolut genommen,

$$y = \frac{g x^2}{2 v_0^2 - \tfrac{4}{3} U_0 x},$$

und aus dieser geht für einen ersten Schuß

$$U_0 = \tfrac{3}{2} \frac{v_0^2}{x} - \frac{3 g x}{4 y}$$

und für einen zweiten

$$U_0 = \frac{3 v_0^2}{2 x_1} - \frac{3 g x_1}{4 y_1}$$

Digitized by

hervor. Durch das Gleichsetzen beider Werthe resultirt dann die Anfangsgeschwindigkeit aus den gemessenen Schußweiten x, x_1 und Fallhöhen yy_1

166) $$v_0 = \sqrt{\frac{g}{2} \frac{x x_1 (x y_1 - x_1 y)}{y y_1 (x_1 - x)}}.$$

Die Fallhöhen markiren sich durch die Durchschlagspunkte der Geschosse in passend aufgestellten Schirmen. Sind alle Beobachtungsgrößen gegeben, so kann jede dieser Formeln zur Kontrole der anderen dienen.

Es kann indessen auch ein einziger Schuß genügen, um die Anfangsgeschwindigkeit zu berechnen.

Es sei ein Geschütz mit horizontal gerichteter Seelenachse auf ein Ziel eingestellt, dessen Entfernung x sei. Die Schußzeit sei t, die Senkung oder Fallhöhe $= y$. Gesucht werde aus diesen drei Bestimmungsstücken v_0.

Wir greifen zur Gleichung 98) zurück und geben ihr für den vorliegenden Fall die Form

$$1 + \frac{U_0 t}{3 v_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{2 U_0 x}{3 v_0^2}}}$$

Nun ist

$$y = \frac{g x^2}{2 v_0^2 \left(1 - \frac{2}{3} \frac{U_0 x}{v_1^2}\right)}.$$

Wir erheben die erste Gleichung aufs Quadrat und dividiren sie durch die zweite. Es folgt:

$$\left(1 + \frac{U_0}{3 v_0} t\right)^2 = \frac{2 v_0^2 y}{g x^2},$$

woraus

$$1 + \frac{U_0}{3 v_0} t = \frac{v_0}{x} \sqrt{\frac{2y}{g}}.$$

Aus der zweiten Gleichung folgt aber

$$\frac{U_0}{v_0} = \frac{3}{2} \frac{v_0}{x} \left(1 - \frac{g x^2}{2 v_0^2 y}\right),$$

und aus beiden letzten nach Wegschaffen von U_0 und Ordnen nach Potenzen von v_0

$$v_0^2 \left(t - 2 \sqrt{\frac{2y}{g}}\right) + 2 v_0 \cdot x - \frac{g x^2 t}{2y} = 0$$

Digitized by

und endlich v_0 selbst

$$v_0 = \frac{x\left(-1+\sqrt{1+\frac{gt}{2y}\left(t-2\sqrt{\frac{2y}{g}}\right)}\right)}{t-2\sqrt{\frac{2y}{g}}}$$

oder transformirt

$$167) \qquad v_0 = \frac{gtx}{2y\left(\sqrt{1-\frac{gt}{2y}\left(2\sqrt{\frac{2y}{g}}-t\right)}+1\right)}$$

Man sieht, daß die Methoden zur Berechnung der Anfangsgeschwindigkeit hinlänglich vertreten sind, und man kann aus den verschiedenen Arten ihrer Berechnung diejenige auswählen, welche als die sicherste hierzu erscheint. Wir kommen später wieder darauf zurück.

Beiläufig geben wir noch hier die folgende Bestimmung der Schußweite x, wenn die Höhe des Zieles = y, die Erhöhung α, die Anfangsgeschwindigkeit v_0 nebst den Konstanten U_0 bekannt sind,

$$168) \quad x = \cos\alpha \frac{v_0^2 \sin\alpha + \frac{2}{3} U_0 y \pm \sqrt{(v_0^2 \sin\alpha - \frac{2}{3} U_0 y)^2 - 2 g v_0^2 y}}{g + \frac{1}{3} U_0 \sin\alpha}.$$

Dieselbe steht mit der Frage nach der Größe des bestrichenen Raumes in Beziehung.

XVI. Die Geschwindigkeit in der Bahn.

Wir haben schon früher einen Ausdruck für die Geschwindigkeit in der Bahnkurve gebraucht, nehmen denselben aber noch einmal auf, um ihn in eine geeignetere Form zu bringen. Setzen wir den aus 98) folgenden Werth

$$1 + \frac{U_0}{3v_0} t = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{2 U_0 x}{3 v_0^2 \cos\alpha}}}$$

in 108) ein, so erhalten wir zunächst

Digitized by Google

$$\frac{v^2}{v_0^2} = \frac{9}{16}\,\frac{g^2}{U_0^2}\,\frac{1}{\left(1-\frac{2U_0 x}{3v_0^2\cos\alpha}\right)}$$

169)
$$\left[\begin{array}{l}\left(1+\frac{8}{9}\frac{U_0}{g}\sin\alpha+\frac{16}{9}\frac{U_0^2}{g^2}\right)\left(1-\frac{2U_0 x}{3v_0^2\cos\alpha}\right)^4\\ -2\left(1+\frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha\right)\left(1-\frac{2U_0 x}{3v_0^2\cos\alpha}\right)^2+1\end{array}\right].$$

Um den Werth oder den Antheil, den die paraboliſche Bewegung an dieſer Formel hat, darzuſtellen, transformiren wir ſie zunächſt in die folgende

170)
$$v^2 = v_0^2 + \frac{g^2 x}{4v_0^2\cos\alpha^2}$$
$$\left[\begin{array}{l}\left(1+\frac{8}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha+\frac{16}{9}\frac{U_0^2}{g^2}\right)\left(3x-\frac{2U_0 x^2}{3v_0^2\cos\alpha}\right)\\ -\frac{8U_0 v_0^2\cos\alpha}{g^2}-\frac{8v_0^2}{g}\sin\alpha\cos\alpha+\frac{g}{1-\frac{2U_0 x}{3v_0^2\cos}}\end{array}\right]$$

Den letzten Ausdruck in der Klammer dividiren wir für einige Glieder weiter aus, ſammeln darauf alle von U_0 unabhängigen Theile für ſich zuſammen, ebenſo die von U_0 abhängigen und erhalten endlich nach einer Reihe von Reduktionen

171)
$$v^2 = v_0^2 - 2g\,\mathrm{tg}\,\alpha\cdot x + \frac{g^2 x^2}{v_0^2\cos\alpha^2}$$
$$-\frac{U_0 g^2 x}{4v_0^2\cos\alpha^2}\left[\begin{array}{l}\frac{8v_0^2}{g^2}\cos\alpha-\frac{8x}{g}\left(\sin\alpha+\frac{2U_0}{3g}\right)\\ +\frac{2x^2}{3v_0^2\cos\alpha}\left(\frac{8}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha+16\frac{U_0^2}{g^2}\right)-\frac{\frac{4}{9}U_0 x^3}{v_0^4\cos\alpha^2\left(1-\frac{2U_0 x}{3v_0^2\cos\alpha}\right)}\end{array}\right]$$

Die drei erſten Glieder zur Rechten gehören, wie man ſieht, der paraboliſchen Bewegung an, das letzte der hyperboliſchen.

Bezeichnen wir alſo mit

172)
$$v_p^2 = v_0^2 - 2g\,\mathrm{tg}\,\alpha\,x + \frac{g^2 x^2}{v_0^2\cos\alpha^2}$$

den der Parabel zukommenden Werth, in welchen die obige Formel für U_0 = Null übergeht, ſo gewinnen wir nach einer kleinen Umänderung des letzten Ausdruckes

Digitized by Google

173)
$$v^2 = v_p^2 - \frac{2U_0 x}{\cos\alpha}\left[1 - \left(\sin\alpha + \frac{2U_0}{3g}\right)\left(\frac{g x}{v_0^2 \cos\alpha} - \frac{2}{3}\frac{g U_0 x^2}{v_0^4 \cos\alpha^2}\right) - \frac{U_0 g^2 x^3}{18 v_0^6 \cos\alpha^3 \left(1 - \frac{2U_0 x}{3 v_0^2 \cos\alpha}\right)}\right]$$

In dieser Darstellung tritt die Größe des Luftwiderstandes klarer zu Tage. Soweit dieselbe durch das erste Glied zum Ausdruck kommt, können wir sagen:

Die Verminderung der Anfangsgeschwindigkeit in den ersten Stadien der Bewegung ist proportional der Beschleunigungskonstante, oder, da diese vom Quadrat der Geschwindigkeit abhängt, proportional dem Quadrate der Anfangsgeschwindigkeit und derjenigen Strecke in Richtung der Seelenachse, deren Projektion die Horizontalweite des Projektils ist.

Bei größeren Schußweiten haben die folgenden Glieder der Klammer einen wachsenden Einfluß auf die Geschwindigkeit, der vermöge der verwickelten Form der maßgebenden Glieder einigermaßen den Vorgang oder die Art der Aenderung der Bewegung verhüllt, so daß er nicht wohl in Worte zu fassen ist.

Will man v als Funktion von t haben, so kann man 162) benutzen und diese Formel transformiren. Man kann aber auch die Ausdrücke für x und y benutzen, denn indem man sie differentiirt, quadrirt und addirt, so erhält man für die ersten Momente der Bewegung mit hinreichender Genauigkeit

$$v^2 = v_0^2 - 2v_0 g \sin\alpha\, gt + g^2 t^2 - 2U_0 v_0 t\left(1 - \frac{3g\sin\alpha\, t}{v_0} + \frac{g^2 t^2}{2 v_0^2}\right) + \ldots.$$

Der erste Ausdruck zu Rechten stellt den paraboliſchen Ausdruck dar, in welcher die Formel für U_0 = Null übergeht.

Der zweite läßt wie oben erkennen, daß die Geschwindigkeit infolge des Luftwiderstandes abnimmt, und wenn man nur das erste Glied in der Klammer berücksichtigt, haben wir folgenden Satz:

Die Verminderung der Geschwindigkeit in den ersten Momenten der Bewegung ist proportional dem Produkte aus der Anfangsbeschleunigung und Geschwindigkeit in die Zeit. Oder infolge der Abhängigkeit des U_0 von v_0:

Die Aenderung der Anfangsgeschwindigkeit in den ersten Momenten der Bewegung ist proportional dem

Digitized by Google

Produkt der dritten Potenz der Anfangsgeschwindigkeit in die Zeit.

Der scheinbare Unterschied beider Auffassungsweisen des ersten und zweiten Satzes liegt darin begründet, daß für die anfängliche Bewegung die Beziehung

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

gilt. Der erste Satz gilt für gleiche Horizontalweiten, der zweite für gleiche Zeiten unter sonst verschiedenen Verhältnissen.

Die strengen Werthe der Horizontal- und Vertikalprojektion der Geschwindigkeit sind die folgenden:

174)
$$\frac{dx}{dt} = \frac{v_0 \cos \alpha}{\left(1 + \frac{U_0 t}{3 v_0}\right)^3},$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{v_0 \sin \alpha}{\left(1 + \frac{U_0 t}{3 v_0}\right)^3} - gt \frac{1 + \frac{3}{2} ct + c^2 t^2 + \frac{1}{4} c^3 t^3}{(1 + ct)^3},$$

woraus

175)
$$v^2 = \frac{v_0^2}{(1 + ct)^6} - 2 v_0 \sin \alpha \, gt \frac{(1 + \frac{3}{2} ct + c^2 t^2 + \frac{1}{4} c^3 t^3)}{(1 + ct)^6} + g^2 t^2 \frac{(1 + \frac{3}{2} ct + c^2 t^2 + \frac{1}{4} c^3 t^3)^2}{(1 + ct)^6}$$

Man erkennt aus diesen Gleichungen, wie rasch selbst in den ersten Momenten der Bewegung die Geschwindigkeit und mit ihr die lebendige Kraft des Projektils abnimmt.

Ist z. B. die Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 640$ m, die Widerstandskonstante $U_0 = 11$ m, so ist, wenn G das Geschoßgewicht bezeichnet, die anfängliche Verminderung der lebendigen Kraft

$$7040 \frac{G}{g} t.$$

Dieselbe ist also ganz bedeutend und nimmt, wenigstens für die ersten Sekunden, proportional der Zeit zu.

Die obige Formel 174) ist von großem Gewicht für die Bestimmung der Durchschlagskraft der Geschosse und wird uns durch ihre Einfachheit sehr zu Statten kommen.

Wir wollen jetzt die mittleren Fallgeschwindigkeiten für gleiche Horizontalstrecken berechnen und zwar für den Schuß in der Horizontalen.

Digitized by

Demzufolge gelten die Gleichungen

$$y_h = \frac{g x^2}{2 v_o^2 - \frac{4}{3} U_o x},$$

und nach 98)

$$t = \frac{3 v_o}{U_o} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{2 U_o x}{3 v_o^2}}} - 1 \right).$$

Wir dividiren beide Ausdrücke durcheinander, um die mittlere Geschwindigkeit $v_m = y/t$ zu erhalten, und setzen

$$\frac{2 U_o}{3 v_o^2} = n,$$

dann ist nach einigen Vereinfachungen

176) $$v_m = \frac{g x}{4} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - n x}} + 1 \right).$$

Die mittleren Fallgeschwindigkeiten für die Strecken x_1 x_2 ꝛc. verhalten sich also wie

$$x_1 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - n x_1}} + 1 \right) : x_2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - x n_2}} + 1 \right) \text{ ꝛc.}$$

Bei der Bewegung in der Parabel ist n = Null, und es verhalten sich in ihr die mittleren Fallgeschwindigkeiten wie die entsprechenden horizontalen Entfernungen. Mit ziemlicher Annäherung gilt dies auch noch für die hyperbolische Bewegung, wenigstens solange U_o und x klein sind; wenn dagegen diese Werthe verhältnißmäßig groß sind, so trifft die Regel nicht mehr zu.

Bei kleinen Werthen von x und U_o kann man das Radikal in eine Reihe entwickeln, und man hat

$$v_m = \frac{g x}{2 v_o} (1 + \tfrac{1}{4} n x + \tfrac{3}{16} n^2 x^2 + \tfrac{5}{32} n^3 x^3 \ldots).$$

Aus ihr gewinnen wir die Relation

$$v_2 - v_1 = \frac{g}{2 v_o} (x_2 - x_1) \left(1 + \tfrac{1}{4} n (x_2 + x_1) + \tfrac{3}{16} n^3 (x_2^2 + x_2 x_1 + x_1^2) \ldots\right)$$

Hieraus ergiebt sich, daß gleichen Wegdifferenzen $x_1 - x_2$ nicht konstante Differenzen in den entsprechenden mittleren Fallgeschwindigkeiten entsprechen, letztere vielmehr im Laufe der Bewegung zunehmen.

Digitized by Google

Das Minimum der Geschwindigkeit tritt, wie wir nachgewiesen, für die aus der Formel

$$\left(1 + \frac{U_0 t_g}{3 v_0}\right)^4 = -(1 + k \sin\alpha) + \sqrt{4(1 + k \sin\alpha)^2 + 3k^2 \cos\alpha^2}$$

abzuleitende Zeit t_g ein.

Die Zeit des Minimums des Luftwiderstandes tritt ein gemäß der aus

$$\left(1 + \frac{U_0 t_\omega}{3 v_0}\right)^4 = \frac{1 + 2k \sin\alpha + k^2}{1 + k \sin\alpha}$$

folgenden Zeit t_ω.

Wir bilden die Differenz

$$\left(1 + \frac{U_0 t_\omega}{3 v_0}\right)^4 - \left(1 + \frac{U_0 t_g}{3 v_0}\right)^4,$$

um zu entscheiden, ob $t_\omega \gtrless t_g$ ist.

Sollte $t_\omega > t_g$ sein, so würde die Bedingung hierfür sein

$$(2 + k^2 + 4k \sin\alpha + k^2 \sin\alpha^2)^2 > (1 + 2k \sin\alpha + k^2 \sin\alpha^2)(4 + 3k^2 + 8k \sin\alpha + k^2 \sin\alpha^2).$$

Diese Ungleichung führt auf

$$\frac{1 + k^2}{2k} + \sin\alpha - \frac{1 + k^2}{2k} \sin\alpha^2 - \sin\alpha^3 > 0,$$

oder

$$\frac{1 + k^2}{2k} \cos\alpha^2 + \sin\alpha \cos\alpha^2 > 0,$$

oder

$$1 + k^2 + 2k \sin\alpha > 0,$$

also, da dies stets der Fall, muß

$$t_\omega > t_g$$

sein.

Der Zeit des Minimums des Luftwiderstandes geht also stets die Zeit des Minimums der Geschwindigkeit vorher.

Die Formel 173) zeigt noch in ihrem Endglied die Größe des Verlustes der lebendigen Kraft, welchen das Geschoß auf seiner Bahn erfährt.

Von Interesse ist es noch, die mittlere Geschwindigkeit v_m der hyperbolischen Bewegung zu berechnen, diejenige also, mit welcher

Digitized by Google

ein Punkt in der Wurfzeit die Wurfweite zurücklegt. Demnach ist

$$v_m = \frac{W}{T}.$$

Es ist aber

$$W = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{1}{3} U_0 \sin \alpha},$$

$$T = \frac{3 v_0}{U_0} \left(\sqrt{1 + k \sin \alpha} - 1\right),$$

also

$$v_m = \tfrac{1}{2} v_0 \cos \alpha \frac{\sqrt{1 + k \sin \alpha} + 1}{1 + k \sin \alpha}$$

Wir vergleichen diese mittlere Geschwindigkeit mit der Scheitelgeschwindigkeit

$$v_s = \frac{v_0 \cos \alpha}{(1 + k \sin \alpha)^{3/4}}.$$

Wir finden nach einigen Transformationen folgende einfache Formel

177) $$\frac{v_m - v_s}{v_m + v_s} = \left(\frac{\sqrt{1 + k \sin \alpha} - 1}{\sqrt{1 + k \sin \alpha} + 1}\right)^2.$$

Demnach ist $v_m > v_s$, oder

die mittlere Geschwindigkeit in der horizontalen Bahnstrecke W ist größer als die Scheitelgeschwindigkeit.

Wir können noch die mittlere Horizontalgeschwindigkeit mit der Projektionsgeschwindigkeit in Verbindung setzen.

Letztere ist nach 174)

$$v_x = \frac{v_0 \cos \alpha}{\left(1 + \frac{U_0 t}{3 v_0}\right)^3} = v_0 \cos \alpha \left(1 - \frac{2 U_0 x}{3 v^2 \cos \alpha}\right)^{3/2}.$$

Wir setzen beide Geschwindigkeiten einander gleich, also $v_x = v_m$ und haben dem obigen zufolge

$$\left(1 - \frac{2 U_0 x}{v_0^2 \cos \alpha}\right)^{3/2} = \frac{\sqrt{1 + k \sin \alpha} + 1}{2 (1 + k \sin \alpha)}.$$

Hieraus läßt sich das betreffende x, oder die Horizontalentfernung, wo die mittlere Geschwindigkeit der Projektionsgeschwindigkeit gleich ist, berechnen. Wir wollen die Frage beantworten, ob dies vor oder hinter dem Scheitelpunkt stattfindet.

Digitized by Google

In 104 haben wir für die Scheitelabsciſſe X einen Ausdruck gegeben, den wir hier benutzen können, man findet

$$\left(1 - \frac{2\,U_0\,X}{3\,v_0^2\cos\alpha}\right)^{3/2} = \frac{1}{(1 + k\sin\alpha)^{3/4}}$$

Dividiren wir beide Gleichungen durcheinander, ſo reſultirt

$$\left(\frac{1 - \frac{2\,U_0\,x}{v_0^2\cos\alpha}}{1 - \frac{2\,U_0\,X}{3\,v_0^2\cos\alpha}}\right)^{3/2} = \frac{\sqrt{1 + k\sin\alpha} + 1}{2\sqrt[4]{1 + k\sin\alpha}}.$$

Der Ausdruck zur Rechten iſt größer als die Einheit, demnach muß x kleiner als X ſein, oder:

Der Punkt der Bahn, in welchem die mittlere Horizontalgeſchwindigkeit der Projektionsgeſchwindigkeit gleich iſt liegt noch im aufſteigenden Aſt der Kurve.

Unter gewiſſen Verhältniſſen, die wir erörtern werden, kann das Minimum der Geſchwindigkeit in die Wurfweite fallen. Dort würde dann auch die lebendige Kraft zum Minimum werden.

Wir fanden in 65 als Ort des Minimums der Geſchwindigkeit

$$(\cot\alpha - \cot\beta)\,\frac{x}{W} = \cot\alpha - \sqrt{\frac{\cot\alpha\,\cot\beta}{\sqrt{4 + 3\,(\cot\alpha - \cot\beta)^2} - 1}}.$$

Wenn alſo das Minimum in die Wurfweite fallen ſoll, ſo muß $x = W$ ſein. Dann gilt folgende Relation

178) $$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\operatorname{tg}\beta\,(3 - \operatorname{tg}\beta^2)}{3\,(1 + \operatorname{tg}\beta^2)}.$$

Dieſe Bedingung kann nur beſtehen, wenn der Fallwinkel β kleiner als 60° iſt. Sind alſo die Fallwinkel größer als 60°, ſo kann niemals jenes Zuſammenfallen eintreten. Führen wir nun die Gleichung 85 ein, nämlich

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha + \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha\operatorname{tg}\alpha,$$

ſetzen $\tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g} = k$ und $k\sin\alpha = z$, ſo reſultirt ſchließlich für den geſuchten Erhöhungswinkel die Gleichung 4. Grades

179) $$z^4 + 6z^3 + 12z^2 + 4z - 3k^2 = 0,$$

Digitized by Google

deren eine positive Wurzel diejenige Erhöhung liefert, unter welcher die Geschwindigkeit in der Wurfweite am kleinsten ist. Dagegen ist die Bedingung des Minimums des Luftwiderstandes in der Wurfweite an folgende Gleichung geknüpft:

180) $$z^3 + 3z^2 + z - k^2 = 0.$$

Wir vergleichen ferner die Scheitelabscisse mit der Wurfweite. Es ist

$$X = \tfrac{3}{2}\,\frac{v_0^2}{U_0}\cos\alpha\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha}}\right),$$

demnach

$$\frac{W}{X} = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha}}.$$

Die Aufstellung dieser Gleichung ist deshalb von Werth, als aus derselben festgestellt werden kann, welche Lage der Scheitelpunkt zu dem Anfangs- und Endpunkt der Bahnkurve hat.

Die praktische Lösung dieser Frage dürfte im Allgemeinen mit Schwierigkeiten verknüpft sein, da die Scheitelpunkte der ballistischen Kurven der Natur der Bewegung zufolge unzugänglich sind. Immerhin aber wäre es namentlich für die Schießversuche der Artillerie von großem Interesse, über die Lage des Scheitelpunktes zuverlässige Data zu besitzen, wie man solche für das Infanteriegewehr, allerdings nur für flache Bahnen, erfahrungsmäßig festgestellt hat.

(Fortsetzung folgt.)

Berichtigungen zum Januar-Februarheft:

S. 8 Z. 18 v. o. lies: „Schwunges" statt „Sprunges".
= 50 = 6 v. o. = „Ilios" statt „Ilias".
= 75 zwischen Z. 13 und 14 v. u. ist einzuschalten:
Herr Oberst Neureuther nimmt das Wort.
= 88 Z. 4 v. u. lies: „Boulengé" statt „Boulangé".

Digitized by Google

VII.

Ein Beitrag zum Feldgeschütz der Zukunft.*)

[Schluß.]

7. Wirkung und Beweglichkeit.

Wir haben uns bisher nur mit der Konstruktion des Geschosses, der des Geschützes in Feuerstellung und seinen ballistischen Eigenschaften befaßt, weil wir der Ansicht sind, daß der Konstruktionsweg vom Geschoß und seiner Flugbahn zum abgeprotzten und dann erst zum aufgeprotzten Geschütz führt. Minimalgewichte sind gegeben für das Geschoß und in gewissem Sinne auch für das abgeprotzte Geschütz. Maximalgewichte sind zu beachten für dieses sowohl wie für das Geschütz als Fahrzeug. Da aber die Ansichten für Letzteres sehr weit auseinandergehen, so dürfte unser oben bezeichneter Weg um so mehr gerechtfertigt sein, als wir den Schwerpunkt auf die Wirkung legen möchten und nur, ohne die zulässige untere Grenze der Einzelschußwirkung zu überschreiten, dem Streben nach Beweglichkeit entgegenkommen.

Es mag dies auf den ersten Augenblick paradox klingen, da wir uns oben bei Geschoßkonstruktion vorläufig für das kleinste der in Parallele gestellten Kaliber entschieden haben, wir glauben indeß, diese Wahl mit Bezug auf die Wirkung genügend gerechtfertigt zu haben, und haben des Weiteren im Interesse dieser Wirkung, also auf Kosten der Beweglichkeit, Rohr und Laffete schwerer gehalten, als es die Rücksicht auf Widerstandsfähigkeit durchaus erfordern würde.

Sobald es gelingt, in der Konstruktion der Zünder und der Mittel zur feldmäßigen Beherrschung des Rücklaufes weitere

*) Der Aufsatz wird demnächst auch als Sonderabdruck erscheinen.

Digitized by Google

Fortschritte zu machen, würden wir die Letzten sein, um entweder bei einem Geschoßgewicht von 5,55 kg oder bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 500 m oder bei beidem Halt zu machen. Rohr und Laffete an sich betrachtet, werden innerhalb der zulässigen Gewichtsgrenzen natürlich weit mehr hergeben können. In Anlehnung an das vorige Beispiel (Tabelle III) haben wir daher in Nachstehendem noch die ballistischen Verhältnisse zusammengestellt, wie sie sich bei denselben Kalibern und Geschoßgewichten bei gesteigerter Verwerthung unter sonst gleichen Verhältnissen ergeben würden. Die obere Grenze der Geschwindigkeit um 32 m hinaufverlegt, ergiebt für die Arbeit an der Mündung ein Mehr von rund 10 mt und für die Rücklaufgeschwindigkeit eine Steigerung um ¼ m pro Sekunde. Für das 6,52 kg schwere Geschoß würde dann für dieselbe Rücklaufgeschwindigkeit des Geschützes eine Anfangsgeschwindigkeit von 460 m, also genau diejenige resultiren, die eine Bewegungsarbeit ergiebt gleich jener des 7 cm Geschosses in Tabelle III.

Für die Beziehung zwischen Wirkung und Beweglichkeit mag noch folgende Betrachtung hier Platz finden: Die ausgerüsteten abgeprotzten Geschütze der reitenden Batterien Frankreichs, Oesterreichs (9 cm), Englands und Deutschlands wiegen ziemlich gleich viel, nämlich rund 9,5 Kilozentner, trotzdem ist man in Frankreich beim bespannten Geschütz bei 1620 kg stehen geblieben, während man in England 1865 kg, in Deutschland gar 1910 kg*) noch als zulässig betrachtet; der Einwurf, daß es sich in den beiden letzteren Fällen um Einheitskaliber handelt, kann nicht stichhaltig sein, denn in Oesterreich hat man trotz des Einheitskalibers, und trotzdem man im Gegensatz zum französischen 8 cm Geschütz auf Geschoßkasten zur Verpackung der Protzmunition nicht verzichtete, 1700 kg für das bespannte Geschütz der reitenden Artillerie kaum erreicht, während die Geschütze der fahrenden Batterien fast gerade so viel wiegen wie diejenigen Deutschlands.

Also bei annähernd gleichen Geschützgewichten sind Unterschiede der ausgerüsteten Protzen und der bespannten Geschütze bis fast 300 kg vorhanden, wobei der Gewichtsantheil der ausgerüsteten Protze zwischen 49,3 pCt. und 35,8 pCt. des kompleten Fahrzeugs schwankt. Die betreffenden Zahlen lauten nämlich 35,8 pCt.

*) Neuerdings sogar 1930 kg (siehe M. W. Bl. 1893 Nr. 112).

Digitized by

Tabelle V.

Kaliber mm	69,6			73,4			76,9			Bemerkung.
Geschoßgewicht kg	5,55			6,52			7,5			
Querschnittsbelastung g	146			154			161,3			
Entfernung m	Endgeschwindigkeit m	Fallwinkel Grade und Minuten	Fallwinkel Cotangente	Endgeschwindigkeit m	Fallwinkel Grade und Minuten	Fallwinkel Cotangente	Endgeschwindigkeit m	Fallwinkel Grade und Minuten	Fallwinkel Cotangente	
0	532	—	∞	460	—	∞	403	—	∞	Errechnet wie Tabelle III.
1000	420	1^{25}	40	370	1^{50}	31	336	2^{15}	25	
2000	339	3^{15}	15	313	4^{10}	12	296	5^{30}	10	
3000	296	7^{25}	7,7	283	8^{10}	6,6	272	9^{10}	5,9	
4000	270	12^{5}	4,7	261	13^{15}	4,1	252	15^{0}	3,7	
5000	248	18^{15}	3,0	241	20^{15}	2,7	235	22^{20}	2,4	

für das französische 8 cm Geschütz, 44,9 pCt. für das österreichische, 49,3 für das englische und das deutsche Geschütz. Man kann daher nicht sagen, daß die Franzosen und Oesterreicher die größere Beweglichkeit und Letztere auch die Einheitlichkeit auf Kosten der Wirkung erkauft haben, wohl aber, daß bei den Engländern und bei uns das Umgekehrte der Fall ist. In der That mehren sich von Jahr zu Jahr die Stimmen nicht nur jenseits des Kanals, sondern auch auf dem Kontinent, daß für die reitende Artillerie das Maximalgewicht weit unter 1900 kg zu suchen ist, und daß die beiden zuletzt genannten Artillerien dasselbe zu ihrem Nachtheil bereits bedeutend überschritten hätten.

Neuere Versuche in England verfallen fast in das entgegengesetzte Extrem, indem sie ein Geschütz von etwa 1520 kg anstreben.

Digitized by Google

Von den Stimmen in Deutschland zitiren wir den Generallieutenant Müller, der in seinem mehrfach erwähnten neuesten Werke sich noch sehr vorsichtig wie folgt ausdrückt: „Hiergegen" (nämlich gegen die Gewichte der Geschütze der reitenden Artillerie der außerdeutschen Staaten) „tritt die Beweglichkeit des deutschen Geschützes doch in einem Maße zurück, dessen Zulässigkeit erst noch bewiesen werden muß." Bei den Vorschlägen zur Einführung kleinkalibriger Schnellfeuergeschütze hat man vielfach davon gehört, infolge des geringeren Gewichtes von Rohr und Laffete das für das Fahrzeug disponible Gewicht zu Gunsten einer erhöhten Munitionsausrüstung zu verwerthen, ohne also das Gewicht des aufgeprotzten Geschützes gegenüber dem jetzigen Material wesentlich zu verringern; es würde dadurch der alte Streit um „Wirkung und Beweglichkeit" eine bedeutend veränderte Färbung erleiden. Ob diesen Vorschlägen allerdings ernstlich nahe getreten ist, wissen wir nicht, jedenfalls widerspricht aber eine Fahrzeugkonstruktion, bei der der Vorderwagen wesentlich schwerer ist als der Hinterwagen, allen bisherigen Anschauungen über die günstigste Vertheilung der Achsenbelastungen. Nimmt man aus den Geschützgewichten der (reitenden und fahrenden) Artillerien das Mittel, so erhält man als Gewichtsantheil der ausgerüsteten Protze 45 pCt. des Fahrzeuges.

Hält man hieran fest, so würde einem Geschützgewicht von 950 kg ein Protzgewicht von 777 kg und ein Fahrzeuggewicht von rund 1730 kg entsprechen, das sich für die reitenden Batterien unschwer auf 1700 kg herabdrücken ließe.

8. Ausnutzung der Fahrzeuge.

Die Ausrüstung der Protzen mit Schüssen beträgt im Mittel rund 30, das Geschoßgewicht etwa 217 kg. Es ist bei Geschützen der Feldartillerie am niedrigsten beim englischen Geschütz mit 205 kg und am höchsten beim österreichischen 9 cm der fahrenden Batterie mit 235. Für die günstigste Ausnutzung der Protzgewichte hinsichtlich der mitgeführten Geschoßmenge, auf die es allein ankommt, nimmt wieder der französische 8 cm mit 30 pCt. die erste; der englische 12 Pfünder mit 22 pCt. die letzte Stelle ein, wobei allerdings zu beachten bleibt, daß diese Zahlen beim französischen rauchloses, beim englischen Geschütz Schwarzpulver als Geschütz-

Digitized by Google

ladung voraussetzen. Bei Einführung des Cordits wird sich die Verwerthungszahl von 22 auf 23,3 pCt. erhöhen, aber trotzdem noch immer die niedrigste aller eingeführten Geschütze sein.

Eine Vergrößerung der verhältnißmäßigen Belastungen mit Geschossen wird kaum zu erreichen sein, namentlich dann nicht, wenn die Metallkartusche, wie es die meisten Projekte vorsehen, eingeführt würde, die durch ihre todte Last wieder die durch das rauchschwache Pulver gewonnene Gewichtsverminderung fast zu Schanden macht. Eine große Rolle wird es ferner spielen, ob Munitionskasten für die gesammte Munition in den Protzen und Wagen vorzusehen sind oder nicht, denn wirklich hohe Fahrzeugverwerthungen können nur erreicht werden bei Verpackung ohne Kasten, daher auch die Bewunderung der Verwerthung der französischen 8 cm Protze einer gewissen Einschränkung bedarf. Auch das neueste Hotchkiß 7,5 cm Geschütz, dessen Protze leer nur 410, beladen 800 kg wiegt, ist in dieser Richtung bemerkenswerth. Die Protze enthält 48 Patronen, die einzeln in Fächern liegend ohne Anwendung von Kasten verpackt sind und in Patronentornistern zu je 3 Schuß gleich 21,54 kg von der Bedienung ans Geschütz getragen werden sollen. In der Protz- und Munitionswagenausrüstung sind daher nur diese Tornister vorgesehen. Es beschränkt sich die gesammte Protzausrüstung durch den Fortfall der Munitionskasten auf 46 kg. Das Gewicht der mitgeführten Munition beträgt 344 kg, das der Geschosse 288 kg, es ist dies letztere 70,3 pCt. der leeren und 36 pCt. der beladenen Protze. Bei dem von uns angeführten Protzgewicht von 777 kg würden schon bei nur 28,5 pCt. Geschoßbeladung 232 kg = 40 Geschosse mitgeführt werden können, wobei die Frage noch offen gelassen werden kann, ob Munitionskasten nöthig sind oder nicht. Verzichtet man daranf und legt die oben genannte 36prozentige Beladung zu Grunde, so wäre das Resultat die Mitführung von 280 kg = mindestens 50 Geschossen. Bei den zum Vergleich herangezogenen Kalibern würde diese Zahl sich auf 43 bezw. 37 reduziren.

9. Verbesserung der Richtmittel und ihre Bedeutung.

Es hieße weit über den Rahmen dieses Aufsatzes hinausspringen, wollten wir auf die Einzelheiten der Geschützkonstruktion näher eingehen; wir lassen den Streit unerörtert, ob Metall-

Digitized by Google

kartuſche oder nicht, ob Schrauben- oder Keilverſchluß und vieles Andere. Gar Vieles iſt daran Geſchmacksſache und thut den grundlegenden Prinzipien eines Syſtems keinen Abbruch, auch iſt anderes von Momenten abhängig, welche dem nach dem an ſich Beſten ſtrebenden Kritiker häufig entgehen; oder glaubt man z. B. wirklich, daß die Franzoſen jemals die Schraube, wir jemals den Keil verlaſſen werden, wie immer ſich auch die Ausbildung dieſer Syſteme geſtalten möge? Jede der beiden Nationen baſirt ihre Konſtruktion auf Jahrzehnte lange Erfahrung, die wohl viel Lehrgeld gekoſtet hat, und die ſie nicht preisgiebt, um wieder von vorn anzufangen. Die Deutſchen ſind mit ihrem Verſchlußſyſtem zufrieden, und die Franzoſen ſcheinen es mit dem ihrigen auch zu ſein.

Bei einem Detail der Geſchützkonſtruktion glauben wir indeß doch noch einen Augenblick verharren zu ſollen, weil von ſeinem guten Funktioniren, die Schnelligkeit und Genauigkeit des Einſchießens, die Feuergeſchwindigkeit und der Erfolg des Schießens am meiſten abhängt. Wir meinen die Mittel zum Nehmen der Richtung, im Beſonderen der Höhenrichtung.

In richtiger Erkenntniß dieſer Bedeutung hat Wille in ſeinem Feldgeſchütz der Zukunft*) darauf hingewieſen und die Vereinigung von Richtbogen und Aufſatz, die jetzt ſchon u. a. in Italien**) zur Einführung gelangt iſt, empfohlen.

Die neue italieniſche Schießvorſchrift thut eines ſolchen Aufſatzes Erwähnung, der bei vielen Feldbatterien ſchon eingeführt ſein ſoll. Der Aufſatz iſt in einem Kreisbogen geführt, deſſen Mittelpunkt die Kornſpitze und deſſen Radius gleich der Viſirlinie iſt. Das Einſtellen und Feſtſtellen erfolgt mittelſt Stellſchraube, Zahngetriebe und Klemmſchraube. Die Aufſatzhülſe, in der ſich die Aufſatzſtange mit Entfernungsſkala bewegt, iſt ihrerſeits wieder in ſenkrechter Richtung verſchiebbar, ſo daß alſo der Nullpunkt des Aufſatzes behufs Ausſchaltung der Unſtimmigkeiten einzelner Geſchütze, zum Reguliren der Sprenghöhen ꝛc. verlegt werden kann. An ſeinem Kopfe links von der Viſirkimme trägt der Aufſatz normal zur Aufſatztangente und in einer zur Seelenaxe parallelen Ebene die Libelle, die indeß nur beim Einſtellen aufgeſetzt, beim Schuß aber entfernt wird. Der Aufſatz

*) Seite 253 u. ff.

**) Internat. Revue, Januar 1894.

Digitized by

vertritt so die Stelle des Richtbogens. Zum Eliminiren der Geländewinkel wird dann ebenfalls die erst genannte Ausschaltevorrichtung (Verschiebung der Aufsatzhülse) benutzt. Eine völlige und dauernde Vereinigung ist also, wie man sieht, nicht erreicht. Immerhin bedeutet die Konstruktion einen großen Fortschritt auf dem Gebiete der Richtmittel.

Auch die von Wille erörterte Konstruktion des Hauptmanns Wilhelmi verdient eine ernstere Beachtung, als ihr bisher zu Theil geworden zu sein scheint. Hierher gehört ferner der unscheinbar aussehende Vorschlag des Kapitäns Moch,*) der auch vom Militär-Wochenblatt lebhaft aufgenommen wurde und in der englischen Feldartillerie**) der Verwirklichung entgegensieht: Aufsatz und Korn auf die linke Rohrseite zu verlegen, wodurch bei entsprechender Anordnung der Richtmaschine und des Verschlusses, sowie richtiger Anordnung der Visirlinie erreicht wird, daß Laden und Richten nicht nach einander, sondern neben einander vor sich gehen können, ein Vorzug, den sich manche Marinegeschütze schon auf gleiche Weise gesichert haben. Auch die der Derivation entsprechende seitliche Neigung des Aufsatzes, wie sie gleichfalls bei den englischen Feldgeschützen neuerdings angenommen ist, trägt zur Beschleunigung des Einstellens bei. Erwähnen wir ferner den Vorschlag des englischen Kapitäns Grenfell, durch ein geeignetes Getriebe die Möglichkeit zu schaffen, beim gleichmäßigen Drehen der Stellschraube den Aufsatz nicht um konstante Stücke zu verschieben, sondern proportional der für konstante Entfernungsunterschiede veränderlichen Erhöhung. Beim Aendern der Richtung ist dann keine feine Neueinstellung zu machen, vielmehr genügt es, die Stellschraube um, sagen wir 180°, zu drehen, was durch Einschnappen noch leicht fühl- und hörbar gemacht werden könnte, um bestimmte Entfernungsänderungen, z. B. um 100 m, vorzunehmen. Daß auch an diesem Aufsatz eine Libelle und jedwelche Ausschaltevorrichtungen sich ebenso gut anbringen ließen wie an jedem anderen, bedarf kaum der besonderen Erwähnung. Ob sich nicht eine ähnliche Methode auf die Richtmaschine übertragen ließe, sei hier nur angedeutet. Gelänge dies, so gewönne damit das in vielen Artillerien noch angewendete Kurbelverfahren wieder neue Berechtigung. Bekanntlich krankt dasselbe bisher neben seiner

*) Notes sur le canon de Campagne de l'avenir. Seite 142.

**) Internat. Revue, Februar 1894, Seite 440.

Digitized by

ſchwierigen Kontrolirbarkeit an dem Umſtand, daß bei großen Entfernungen ein beſtimmtes Kurbelmaß entſprechend dem dadurch erzeugten konſtanten Erhöhungsunterſchied eine geringere Verlegung des Treffpunktes bewirkt als auf kleinerer Entfernung, während den Streuungen entſprechend eher das Umgekehrte erwünſcht wäre.

Mit der Zunahme der Präziſion der Feuerwaffen hat fraglos die Verbeſſerung der Richtgeräthe nicht gleichen Schritt gehalten. Es kann daher nicht Wunder nehmen, daß man von manchen Seiten einer weiteren Steigerung der Trefffähigkeit ziemlich gleichgültig gegenüber ſteht, da man ſich von ihr für den Feldgebrauch nichts verſpricht.

Beim engliſchen Feldmaterial C/84 hat man verſucht, durch Anbringung eines Fernrohres an der Kanone die Genauigkeit des Richtens zu erhöhen und dadurch in Einklang zu bringen mit der geſteigerten Präziſion, doch erfreute ſich der Apparat geringer Beliebtheit,*) leidet auch an manchen Uebelſtänden: unſichere Anbringung, Nothwendigkeit, das Fernrohr beim Schuß zu entfernen ꝛc.

Hiermit dürfte aber keineswegs ein- für allemal der Stab über Fernrohrviſire gebrochen ſein. Nicht die Idee, nur ihre Ausführung iſt noch mangelhaft. Jedenfalls müßte verlangt werden, daß ein derartiges Fernrohr ein nicht zu kleines Geſichtsfeld bei genügender Klarheit hat, dauernd am Geſchütz bezw. Aufſatz bleibt, daß es ſich mit einem Richtbogen etwa im Sinne des oben beſchriebenen italieniſchen Aufſatzes vereinigen läßt und zur flüchtigen Orientirung bezw. zum groben Einrichten und zum Gebrauch auf nahen Entfernungen eine offene kurze Viſirlinie noch nebenbei enthält, ſowie ſchließlich, daß der Richtkanonier durch entſprechende Konſtruktion des Fernrohres nicht gezwungen iſt, ſein Auge dicht an das Okular zu halten, ſo die Ueberſicht zu verlieren und in unbequemer Stellung in der freien Bewegung des Kopfes und der Gliedmaßen behindert zu ſein.

Für Konſtrukteure und Feinmechaniker liegt hier jedenfalls noch ein dankbares großes unbeſtelltes Feld der Thätigkeit.

Wille erwähnt in ſeinen „Kommenden Feldgeſchützen“ ein Fernrohrviſir des Lieutenants Freiherrn v. Beaulieu-Marconnay

*) Internat. Revue, Februar 1894, Seite 440.

Digitized by Google

das für Gewehre „in ebenso sinnreicher wie handlicher und brauchbarer Form konstruirt“ sein soll, von dem uns aber leider nichts Näheres bekannt ist. Sollte hier für die Infanteriewaffe wirklich etwas Brauchbares erreicht sein, so ist nicht einzusehen, warum es der Artillerie mißlingen sollte, wenngleich die starken Erschütterungen der Feldgeschütze die Sache natürlich ungleich schwieriger machen.

10. Einheitskaliber oder Arbeitstheilung mit Rücksicht auf die verschiedenen Aufgaben der Feldartillerie.

Würden wir nun vor die Frage gestellt, ob wir ein Geschütz, wie weiter oben skizzirt, insbesondere das von uns bevorzugte 7 cm-Geschütz mit 5,55 kg Geschoßgewicht und 500 bis 534 m Anfangsgeschwindigkeit, 950 kg Geschütz- und 1730 kg Fahrzeuggewicht für die allgemeine und alleinige Bewaffnung der Feldartillerie für geeignet hielten, so würden wir dies mit Nein beantworten.

Ein mindestens ebenso lautes Nein hätten wir aber auch auf die gleiche Frage für alle bisher entworfenen Projekte eines Feldgeschützes der Zukunft sowie auch auf die Frage nach der Möglichkeit eines solchen. Die sonst entworfenen Schnellfeuergeschütze leiden an zu geringer ballistischer Leistungsfähigkeit auf großen Entfernungen und zu kleiner Kugelzahl der Schrapnels. Die Projekte von Wille, Militär-Wochenblatt und Moch, oder sagen wir richtiger: Geschütze, die sich diesen Projekten in ballistischer Beziehung möglichst nähern, würden der für den Kampf gegen die anderen Waffen nöthigen Feuergeschwindigkeit entbehren und — zwar nicht nach Berechnung ihrer Väter — wohl aber nach dem heutigen Standpunkt der Technik, schwerer ausfallen als wünschenswerth, schwerer jedenfalls, als es die Verhältnisse der reitenden und in gewissem Sinne auch der Korps-Artillerie zulassen. Ob die Vereinheitlichung des Kalibers, wie sie in England und Deutschland durchgeführt wurde, heute noch den ungetheilten Beifall findet, der ihr s. Z. zujubelte, kann offen bezweifelt werden, wie wir schon weiter oben (Seite 147/8) ausführten. In Oesterreich hat man in Berücksichtigung der bisherigen Erfahrungen die Erleichterung der Einführung des 9 cm-Einheitskalibers weiter durchgeführt, indem man unter gleichzeitiger Preisgabe von

Digitized by Google

12 Schuß Protzmunition das Gewicht von 1960 auf 1700 kg herunterbrachte. Beim Munitionswagen gelang mit dem gleichen Opfer indeß nur eine Herabsetzung von 2325 auf 2116 kg, sodaß zwischen Geschütz und Munitionswagen ein Unterschied von über 400 kg vorhanden ist, der der Verwendung der reitenden Batterien noch manchmal lästig werden kann.

Begünstigt aber wurde das Bestreben, die Kaliber nach der schweren Seite hin zu vereinigen, vorwiegend dadurch, daß die Unterschiede der Geschoßwirkung zu gering waren, als daß sie zwei verschiedene Kaliber rechtfertigten, und das leichtere Geschoß mit den ballistischen und Konstruktionsverhältnissen, wie sie vor Jahrzehnten als Höchstes galten, eine zu geringe Wirkung verband, als daß man sich für dieses entschieden haben könnte. Die Geschoßgewichte verhielten und verhalten sich höchstens wie 2 : 3, d. h. die Unterschiede zwischen beiden Kalibern, absolut genommen höchstens 2 kg im Geschoßgewicht, sind meistens noch geringer, als es dies Verhältniß angiebt, dazu kam, wie dies in der ganzen bisherigen Konstruktion begründet liegt, daß das leichte Geschütz nicht wesentlich schneller feuern kann als das schwere, und daß das erstere nur in verhältnißmäßig geringer Zahl vorhanden war.

Ein Aufsatz im Militär-Wochenblatt,*) der sich in knapper und präziser Form in ähnlicher Weise über die verschiedenen Aufgaben der Feldartillerie äußert, wie Prinz Hohenlohe in seinen militärischen Briefen über Feldartillerie, kommt zu dem Ergebniß, daß es bei den Hauptaufgaben dieser Waffe:

1) Bekämpfung der feindlichen Artillerie,
2) Bearbeitung der Einbruchsstelle,
3) Begleitung des Infanterieangriffes bezw. Verfolgung,

darauf ankommt, die erste zu erfüllen, daß die anderen dann mühelos von selbst gelöst werden. Er befürwortet zu diesem Zweck die Einführung eines Zukunftsfeldgeschützes mit dem Geschoßgewicht der heutigen Feldgeschütze und gesteigerter Rasanz, daneben unter grundsätzlicher Verwerfung der Feldhaubitze die Annahme halber Ladungen für das Sprenggranatfeuer. Eine Einführung verschiedener Geschützsorten hält er an sich für gut, möchte ihr aber nicht die Einfachheit und Einheitlichkeit der Bewaffnung opfern.

*) 1893. Nr. 89.

Digitized by Google

Nun, daß die erste der genannten Aufgaben die vornehmste ist, gestehen wir unumwunden zu, wir stützen uns dabei u. A. auf Hohenlohe, der über den gleichen Gegenstand sich wie folgt äußert: „Bisher hat man den Artilleriekampf, der jeder Krisis des Gefechtes vorangeht, nicht mit zur Entscheidung gerechnet. Jetzt wird sich das wahrscheinlich in Zukunft anders gestalten, seitdem das Schrapnel und die doppelwandige Granate*) eine so mörderische Wirkung äußern, daß man das Gefecht schon halb zu Gunsten desjenigen Theils als entschieden ansehen kann, dessen Artillerie die des Gegners im Artilleriekampf überwunden hat und nun die volle Wucht dieser Geschosse auf die anderen Waffen des Gegners schleudern kann."

Für diesen Artilleriekampf halten wir ein Geschütz mit geringer Einzelschußwirkung und geringer ballistischer Leistung, und sei es auch das beste Schnellfeuergeschütz — allein — für ungeeignet. Wir glauben aber, daß ein schnell feuerndes Geschütz von den Eigenschaften des geschilderten 7 cm neben einem schwereren Geschütz eine hervorragende Stimme im Schlachtenkonzert wird spielen können. Das schwerere Geschütz müßte dabei im Geschoßgewicht so hoch wie bei einem, wenn auch etwas größeren Gewicht — sagen wir 1050 kg — des Geschützes, nur irgend möglich sein, um auch für die zweite Aufgabe — Bearbeitung der Einbruchsstelle — genügend leistungsfähig sich zu erweisen.

Ein alleiniges Verlassen auf Sonderbatterien der Positionsartillerie, nenne man sie nun so oder leichte Belagerungsparks oder mobile Belagerungsgruppen oder schwere Armeegeschütze oder wie auch immer, scheint uns nicht angezeigt, da sie Mühe haben werden, rechtzeitig heran zu sein, und ihr Munitionsersatz noch manche Schwierigkeiten bereiten wird; zudem werden diese Batterien noch Arbeit genug finden. Feldhaubitzen entbehren des für alle anderen Aufgaben durchaus erforderlichen Flachbahnschusses, werden daher in vielen Fällen, fast immer aber bei der Vertheidigung, eine Schwächung der eigenen Artillerie bedeuten.

Für die dritte Aufgabe endlich würde ein Flachbahngeschütz im Sinne der Vorschläge von Wille, Moch und Militär-Wochenblatt mit einem gewissen Ueberschuß an Kraft arbeiten; wir halten für diesen Zweck ebenso wie für die Aufgaben der reitenden Artillerie

*) Jetzt erst recht die Sprenggranate.

Digitized by Google

ein Geſchütz in den Gewichts- und Wirkungsverhältniſſen des 7 cm nicht nur für ausreichend, ſondern durch ſeine Feuergeſchwindigkeit und Beweglichkeit für überlegen.

Wir gehen bei der Befürwortung eines derartigen Geſchützes von dem Gedanken aus, daß die Erlangung der Ebenbürtigkeit der Infanterie gegenüber durch Schnellfeuer und geſteigerte Raſanz auf nahe Entfernungen ein erſtrebenswerthes Ziel „devoutly to be wish'd" vorſtellt, ſobald ſie nicht ganz auf Koſten der Wirkung im Kampf gegen die feindliche Artillerie zu erlangen iſt. Ein Einheitsgeſchütz wird in ſeiner Wirkung immer einen Kompromiß darſtellen zwiſchen den Anforderungen der verſchiedenen Gefechtsſtadien. Die unbedingte Nothwendigkeit und Richtigkeit eines Einheitskalibers ſcheint uns aber noch nicht bewieſen, nicht durch die Verwirklichung der Vereinheitlichung in Deutſchland, England und Oeſterreich, noch durch die Kriegsgeſchichte. Hat doch die größere Beweglichkeit des kleinen Kalibers manchmal ſich ſo nützlich erwieſen, daß man Urſache hat darüber die Reibungen zu vergeſſen, zu denen andererſeits wieder der Kaliberunterſchied beim Munitionserſatz geführt hat. Man denke in erſterer Beziehung an den Marſch der 1. reitenden Garde-Batterie am 13. Auguſt nach Dieulouard und der 3. reitenden Garde-Batterie nach St. Privat am 18. deſſelben Monats, wo in beiden Fällen ein Eingreifen in die Schlacht noch möglich wurde; man denke an die Leiſtungen der reitenden Abtheilung der Gardeartillerie vom 6. Auguſt, die unter General Dresky in 3 Stunden in ſehr hügeligem Gelände das 34 km entfernte Spicheren-Schlachtfeld erreichen und noch eingreifen konnte, während die fahrende Abtheilung 1½ Stunden mehr brauchte und daher zu ſpät kam. Dabei hatten die Batterien am Vormittag ſchon 22 km zurückgelegt.

Die Schlacht von Beaune la Rolande bietet verſchiedene Beiſpiele der Leiſtungen leichter Batterien und des Nutzens großer Beweglichkeit der Artillerie. Wieder war es die reitende Garde-Abtheilung, die am 28. November bis zum Schlachtfeld nicht weniger als 52 km zurückzulegen hatte. Ueber die Thätigkeit der reitenden Abtheilung des 10. Korps, als dieſes am Nachmittage deſſelben Tages hart bedrängt wurde, ſchreibt General Berendt:*) „Der Kommandeur der reitenden Abtheilung ging

*) Erinnerungen aus meiner Dienſtzeit. Leipzig 1894.

Digitized by

sofort mit dieser im Galopp auf der noch freien Straße nach Beaune vor und erreichte dort eine Stellung gerade noch zur rechten Zeit, um den stets lebhafter vordringenden Franzosen aus der Nähe (800 m) ein Granatfeuer entgegenzuschleudern, dem sie nicht Stand halten konnten, sondern Kehrt machend der Infanterie wieder Luft ließen, sich zu sammeln und zu erneuten Kämpfen vorzubereiten. Die reitende Artillerie erreichte ihren Erfolg allerdings nur mit großen Verlusten. Es darf aber andererseits bezweifelt werden, ob fahrende Batterien überhaupt noch im richtigen Augenblick zum Eingreifen gelangt wären, wenn man den Weg von der Station zur Stadt sowohl seiner Länge wie seiner damaligen Beschaffenheit nach in Betracht zieht."

Aehnliche Fälle bieten die Schlachten von Vionville, Sedan und viele andere.

Ganz folgerichtig verlangt Hohenlohe ein leichtes Geschütz nicht nur für die reitende Artillerie, sondern für die gesammte Korps-Artillerie.

11. Feuergeschwindigkeit.

Hinsichtlich der Bedeutung einer großen Feuergeschwindigkeit sei es uns gestattet, zu bemerken, daß seit Einführung des rauchschwachen Pulvers und der kleinkalibrigen Mehrlader-Handfeuerwaffen man allenthalben fortgesetzt auf Steigerung bestrebt ist. Ist doch erst neuerdings*) in der deutschen Artillerie die Feuergeschwindigkeit von 1,7 auf 2,5 Schuß in der Minute pro Geschütz für das geschützweise Feuer erhöht worden; und giebt man nicht zu Gunsten dieser großen Feuergeschwindigkeit allen bisherigen Regeln zum Trotz auf Entfernungen unter 1500 m durch die Vorschrift, stets geschützweises Feuer anzuwenden, sogar die Feuerleitung fast aus der Hand?!

Die einzige Ausnahme macht Rußland**) mit der vorgeschriebenen Beschränkung auf 1,5 Schuß und weniger, also dieselbe Macht, die, gegen den Strom schwimmend, sich am längsten der Einführung des kleinkalibrigen Mehrladers widersetzte, zu dem sie nun doch auch übergegangen ist.

---

*) Deckblatt 5, 1893 zum Exerzir-Reglement für die Feld-Artillerie 1892 und Passus 99 des letzteren.

**) Militär-Wochenblatt 1894 Nr. 2.

Digitized by Google

Feuergeschwindigkeiten wie die obengenannten würden bei neuen Geschützen nicht den Namen schnelles Feuer oder gar „Schnellfeuer" rechtfertigen, vielmehr darf in gegebenen Momenten ohne Ueberstürzung und Uebermüdung der Bedienung auf eine mögliche durchschnittliche Leistung von mindestens 5 Schuß pro Geschütz in der Minute gerechnet werden. Eine Uebertreibung wird wohl von Niemandem in dieser Zahl gefunden werden, wenn man sich vergegenwärtigt einerseits, daß schon heute vorliegende Konstruktionen auf weit höhere Leistung kommen, andererseits, daß diese Zahl keineswegs immer, sondern nur ausnahmsweise im Sinne der obengenannten Stelle unserer Schießvorschrift angewendet werden soll. Für jedes durch die Gefechtslage etwa bedingte Schnellfeuer auf mittlere und größere Entfernung ergiebt sich dann das Staffelfeuer (tir échelonné) oder das sprungweise Feuer (tir progressif) wie von selbst, vielleicht wird man auch dazu kommen, sei es von vornherein, sei es nach einem groben aber sicheren Einschießen durch einfache Vorrichtungen am Aufsatz und Zünder die Züge auf ein bestimmtes Kommando oder Zeichen mit verschiedenen Erhöhungen (Entfernungen) feuern lassen zu können, ohne zur Stellung des Aufsatzes verschiedene Zahlen zu kommandiren. Ein Verlegen nur des Nullpunktes des Aufsatzes durch Platten oder dergleichen würde für Bz feuer nichts nutzen. Es wird daher auch eine Verlegung des Nullpunktes der Zünderskala erforderlich, was bei Anwendung eines automatischen Tempirschlüssels keine großen Schwierigkeiten bietet. Für die nächste Entfernung wäre ferner der vom Militär-Wochenblatt gemachte Vorschlag, das Rohr mit einem Standvisir zu versehen und die Zünder zunächst von 200 zu 200, dann von 100 zu 100 und erst auf weitere Entfernungen über 1500 m von 50 zu 50 m zu theilen, in Erwägung zu ziehen, nicht minder der Vorschlag des Generalmajors Rohne, auf Entfernungen unter 1500 m „die Aufsatztheilung so anzubringen, daß man Sprengweiten von 150 m erhielte. Der für 600 m bestimmte Theilstrich würde mit der Zahl 5, der für 900 mit 8 u. s. w. bezeichnet werden. Auf der Grenze, also bei 1500 m, würde dann zwar eine Zahl ausfallen. . . . Einen besonderen Uebelstand vermag ich hierin aber nicht zu erblicken."*) Die Be-

*) H. Rohne, Das Artillerie-Schießspiel, 2. Auflage Seite 90.

Digitized by Google

dienung der Geschütze würde dadurch wesentlich vereinfacht, was auf den kleinen Entfernungen von höchster Bedeutung ist. Es genügt dann eben, „den Uebergang zum Bz auf der die 200 m Gabel halbirenden Entfernung zu kommandiren", um „hinlänglich gegen Sprengpunkte hinter dem Ziel, ja selbst gegen zu kleine Sprengweiten geschützt" zu sein.

Der gleiche Zweck ließe sich auch ohne Aufsatzänderung dadurch erreichen, daß man bei der Theilung der Zünderskala bis 1500 m von vornherein auf große Sprengweiten Rücksicht nähme, wodurch nur bei 1500 m ein größerer Zwischenraum entstände, um dann auf Sprengweiten von nur 100 oder 50 m zu kommen.

Wir sind überzeugt, daß, wenn alle Verbesserungen ausgenutzt werden, wenn die Schießregeln auf rasante Flugbahnen und schnelles Feuern erst zugeschnitten sein würden, und man über größere Erfahrungen im Schnellfeuer verfügt, das Letztere in der Artillerie ebenso nach und nach seine Gegner verliert, wie es beim Mehrlader der Infanterie der Fall war und ist.

12. Schweres Feldgeschütz, seine Munition und Verwendung.

Wir sind unseren Lesern, die uns bisher so gefolgt sind, noch die Antwort auf die Frage schuldig, wie wir uns ein Geschütz vorstellen, welches das Hauptgeschütz für den einleitenden Artilleriekampf und die Bearbeitung der Einbruchsstelle sein soll, und wie wir uns seine Einstellung in den Organismus der Feldwaffen denken:

Wir stellen danach die Anforderungen zunächst, wie folgt, zusammen:

Geschützgewicht nicht über 1050 kg.

Fahrzeuggewicht nicht mehr als dasjenige der heutigen Geschütze der fahrenden Batterien.

Geschoßgewicht und Anfangsgeschwindigkeit so hoch, wie es die Rücksicht auf Haltbarkeit der Laffete zuläßt, und in solcher Kombination, daß die Fluggeschwindigkeit gut erhalten bleibt und die Einzelschußwirkung die des leichten Geschützes um möglichst Viel überbietet.

Kaliber mit Rücksicht auf die geforderte Erhaltung der Fluggeschwindigkeit so klein wie möglich, aber doch so groß, daß die

Digitized by Google

Tabelle VI.

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
Lfd. Nr.	Bezeichnung		Russisches Batteriegeschütz C/77/79	Französisches 9,5 cm Geschütz	Englischer 20 Pfünder alte Konstruktion	Englischer 20 Pfünder neue Konstruktion	Schweres Feldgeschütz 3,6 Zöller d. Artillerie der Vereinigten Staaten v. Amerika	Bender's Geschütz	Entwurf	Bemerkung.
1	Kaliber	mm	106,7	95	95,25	86,4	91,4	88	90	S = Schwarzpulver, R = rauchschwaches Pulver. Bei ersterem ist die halbe, bei letzterem die ganze Ladung als im Sinne des Rückstoßes wirkend in Anrechnung gebracht. Bei Spalte 7 beruhen die eingeklammerten Zahlen auf Angaben des
2	Rohrlänge in	Kaliber	19,6	26,3	25,6	31,6	25	30,7	25	
3		cm	210	250	244	273	227	270	225	
4	Rohrgewicht	kg	621	706	813	609	558	442	525	
5	Laffetengewicht	kg	575	707	813	.	590 (529)	500	525	
6	Geschützgewicht	kg	1235	1450	1626	.	1162 (1101)	945	1050	
7	Fahrzeuggewicht	kg	2160	2290	.	.	.	1800	1950	
8	Geschoßgewicht	kg	12,52	12,3	9,31		9,07	12,0	10,7	

Digitized by Google

9	Querschnittsbelastung	g pro qcm	142	173,5	130,7	159,2	138,3	196	168
10		in Kugelschweren	2,82	3,91	3,164	3,94	3,24	4,8	4
11	Ladung	kg	1,84 S	0,77 R	2,9 S	2,72 S 0,9 R	2,1 S	1,52 S	0,82 R
12	Anfangsgeschwindigkeit	m	374	418	345	508	474	400	460
13	Lebendige Kraft an d. Mündung	im Ganzen mt	89,5	109,5	56,5	122,5	103,4	97,6	115,4
14		pro kg Rohr mkg	143	155	69,5	241	186	221	220
15		p. kg Geschütz mkg	73	75,5	34,8	.	89 (93,9)	103	110
16	Rückstoß des Rohres	im Ganzen mkg	2040	2150	870	2950 S 2690 R	2140	3000	2730
17		pro kg Laffete mkg	3,55	3,05	1,07	.	3,63 (4,01)	6,0	5,2
18	Rücklaufgeschwindigkeit des Geschützes	m	4,07	3,8	2,3	.	4,13 (4,36)	5,4	5,0

Offizier-Taschenbuches 1894, die nicht eingeklammerten sind entnommen: Moch, Notes sur le canon de campagne de l'avenir..

Quelle für Spalte 5 ist das Handbook for the 20 pr. R. B. L. Gun of 16 cwt. London 1892.

Digitiz

Unterbringung einer großen brisanten Sprengladung im Geschoß gesichert ist, ohne das Letztere übermäßig lang zu gestalten.

Wie man hieraus ersieht, würde unser Geschütz dem Bender'schen Entwurf nahe kommen, würde daher als Einheitsgeschütz denselben Einwänden begegnen wie jenes mit seinem, wie Wille sagt, „für Feldkanonen, für Flachbahngeschütze unerträglichen und taktisch unmöglichen Geschoßgewicht". Anders würde sich die Sache gestalten, sobald das Geschütz als schweres Geschütz einer Feldartillerie wirken soll, die wir uns zu $^2/_3$ mit leichteren Geschützen bewaffnet denken.

In umstehender Tabelle haben wir diejenigen Geschütze zusammengestellt, die thatsächlich als schwere Feld- oder Feld-Sondergeschütze eingeführt, unseren Anforderungen am nächsten kommen. Es figuriren darunter Geschütze mit rauchschwachem und mit Schwarzpulver, Geschütze neuerer und älterer Konstruktion. Von letzteren haben wir den alten englischen 20 Pfünder trotz seiner auffallenden Minderwerthigkeit mit aufgenommen, um in Gegenüberstellung mit dem neuen englischen 20 Pfünder den Weg zu veranschaulichen, auf dem sich der Fortschritt bewegt.

Das französische Geschütz haben wir mit seinem neuen Geschosse C/86 und rauchlosem Pulver aufgeführt. Die vorletzte Spalte ist dem Bender'schen Entwurf gewidmet, und die letzte Spalte deutet endlich die Vorstellung an, die wir uns von einem mit den Mitteln der modernen Technik hergestellten Geschütz machen, dessen Grundzüge oben skizzirt wurden.

Fügen wir noch hinzu, daß das Geschütz in Spalte 9 ein Bodenkammer-Schrapnel mit 365 Hartbleikugeln zu 12 g, eine Sprenggranate — diese beiden Geschosse mit Doppelzünder — und eine dünnwandige Stahl-Minengranate mit mindestens 1,5 kg brisanter Füllung und Aufschlagzünder verfeuern soll. Nur das Schrapnel soll mit ganzer, die beiden anderen Geschoßarten aber grundsätzlich mit halber Ladung, entsprechend einer Anfangsgeschwindigkeit von etwa 285 m, d. i. der Anfangsgeschwindigkeit der Gebrauchsladung von Haubitzen, verfeuert werden.

Das Rohr ist dementsprechend mit zwei Visirlinien, je einer rechts und links, zu versehen.

Der weit tragende Flachbahnschuß des schweren Schrapnels wird bei der Eröffnung und Durchführung des Artilleriekampfes, zur raschen Entscheidung schon auf großen Entfernungen von hervorragender Bedeutung sein.

Digitized by Google

Die hohe Querschnittsbelastung gewährleistet hohe Endgeschwindigkeit, und dürfte unter den gegebenen Verhältnissen noch auf 4000 m auf eine Einbuße an Geschwindigkeit von höchstens 200 m gerechnet werden können.

Diese hohe Endgeschwindigkeit, für die schon verhältnißmäßig schweren und zahlreichen Kugeln noch gesteigert durch die Bodenkammerladung, sichern die Ausnutzung einer großen Tiefenwirkung.

Unter Hinzurechnung von 10 Sprengstücken könnte der Garbendurchmesser schon 69,1 m betragen, womit auf 10 qm Fläche noch ein Sprengtheil kommt. Es würde dies bei 15° Kegelwinkel einer Sprengweite von 262 m entsprechen. Dunkle Punkte in dem Geschützaufbau würden die hohe Laffetenbeanspruchung und die starken Geschützrückläufe bilden, welch letztere die Feuergeschwindigkeit beeinträchtigen werden. Es muß indeß in beiden Beziehungen daran erinnert werden, daß das Geschütz bei Verwendung von Spreng- und Minengranaten mit halber Ladung schießen soll, bei welcher die Rückstoßarbeit des Rohres nur 980 mkg also 1,86 mkg pro kg Laffete und die Rücklaufgeschwindigkeit des Geschützes nur 3 m pro Sekunde beträgt. Die Laffete wird dabei also ganz bedeutend geschont, und die Rücklaufverhältnisse gestalten sich ebenso günstig wie beim 7 cm-Material, werden also auch eine wesentliche Steigerung der Feuergeschwindigkeit gestatten. Wegen Motivirung des Sprenggranatfeuers mit halber Ladung glauben wir auf den mehrfach citirten Aufsatz des Militär-Wochenblattes*) „Manöverbetrachtungen" verweisen zu dürfen. Daß auch für die Langgranaten mit Az eine Anfangsgeschwindigkeit von 285 m nicht nur hinreichend, sondern in den meisten Fällen vorzuziehen ist, bedarf kaum einer weiteren Erläuterung; wir glauben bei Anwendung halber Ladung hierdurch gleichzeitig die etwa vorhandenen Bedenken zu zerstreuen, die besorgte Gemüther anwandeln könnten, dadurch, daß es wohl unmöglich ist, ein 9 cm Rohr herzustellen, welches einer in seinem Innern erfolgenden Detonation von mindestens 1,5 kg brisantem Sprengstoff widerstehen würde. In der That halten wir die Bedenken heute kaum mehr für gerechtfertigt, vielmehr die vollständige Sicherheit für erreichbar.

*) 1893. Nr. 89.

Wir glauben, daß, wenn man auch keine Omelettes machen kann, ohne die Eier zu zerbrechen, man doch vielleicht Wirkung erreichen kann, ohne die Kanonenrohre zu zertrümmern.

Aeußerstenfalls könnte man ja bei Friedensübungen mit Langgranaten unter Sicherheitsmaßregeln feuern.

Eine 9 cm stählerne Minengranate mit mindestens 1,5 kg brisanter Ladung zu konstruiren, bietet keine Schwierigkeit; wir erinnern daran, daß die 8,4 kg schwere 90 mm Langgranate der französischen Feldartillerie 1,4 (nach Müller sogar 1,7) kg Kresylit faßt und dabei nicht länger als 4 Kaliber ist. Da man nun sowohl in der Verdichtung des Stahls, wie in der Herstellung spezifisch schwerer Sprengstoffe weitere Fortschritte noch machen wird, so ist nicht ausgeschlossen, daß die 9 cm Granate bei höherem Geschoßgewicht als die französische möglicherweise noch mehr als 1,5 kg wird fassen können, ohne 4½ Kaliber Länge zu überschreiten. Der Einführung eines derartigen Az-Geschosses mit nach Belieben sofortiger oder kurz verzögerter Entzündung muß fraglos für die Bearbeitung der Einbruchsstelle der größte Erfolg vorhergesagt werden, trotzdem wir uns darüber klar sind, daß bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 285 m von einem eigentlichen Steilfeuer selbst auf großen Entfernungen nicht die Rede sein kann. Sollte ein solches gegenüber stark ausgebauten Feldbefestigungen oder provisorischen Werken und Hindernissen erforderlich werden, so wäre auch eine 12 cm Feldhaubitze mit 16 bis 20 kg Geschoßgewicht noch zu leicht und muß daher in jedem Falle auf schwere Sonderbatterien zurückgegriffen werden. Von einem Ersatz dieser letzteren kann und soll daher gar keine Rede sein. Welch hohe Bedeutung man dem Flachbahnfeuer mit Az-Minengranaten aus Feldgeschützen im Ausland beimißt, beweist die seit Kurzem in Frankreich vorgesehene Vermehrung derselben in der Ausrüstung der Feldbatterien sogar auf Kosten der Schrapnelausrüstung. Während bisher die leichte Feldbatterie gar keine, die schwere 75 Langgranaten, letztere im 9. Munitionswagen — mitführte, ist die Erhöhung der Zahl bei diesen auf 225 — in 3 Munitionswagen —, bei jenen auf 168 — in 2 Munitionswagen — vorgesehen worden, ohne daß die Gesammtzahl der Wagen eine Aenderung erfahren hat.*)

*) Règlement sur le service des canons de 80 et de 90 (genehmigt am 4. Juni 1893). Paris 1893.

Digitized by Google

13. Schlußwort.

Was die organisatorische Vertheilung der erörterten leichten und schweren Batterien betrifft, so gehören die letzteren, wie aus ihrer zeitlichen und örtlichen Kampfesbestimmung hervorgeht, in die Divisionsartillerie, bei der je eine Abtheilung zu 3 oder 4 dieser Batterien vertreten sein soll. Die andere Abtheilung jedes Divisionsartillerie-Regiments, ebenso die ganze Korpsartillerie, wie auch die der selbstständigen Kavallerie-Divisionen erhielten das leichte Geschütz. Wie schon gesagt, würden sich also die leichten Batterien zu den schweren der Zahl nach etwa wie 2 zu 1 verhalten.

Ob die Batterien zu 4 oder 6 Geschützen zu organisiren sind, kann dabei noch eine offene Frage bleiben. Aber nahe liegt es jedenfalls, die Feuergeschwindigkeit auch dahin auszunutzen, die Zahl der Geschütze in den Batterien um zwei zu verringern und diejenige der Munitionswagen um ein bis zwei Fahrzeuge zu vermehren, ohne aber die Gesammtzahl der Geschütze der Feldarmee herabzusetzen. Die Vor- und Nachtheile der Zusammensetzung der Batterie zu 4, 6 oder 8 Geschützen sind schon so vielfach erörtert worden, daß wir es uns ersparen können, hierauf nochmals näher einzugehen. So viel dürfte aber unzweifelhaft feststehen, daß, je größer die Feuergeschwindigkeit und je mehr die „Abtheilung“ zur taktischen Einheit der Feldartillerie wird, um so mehr Berechtigung werden die kleinen Geschützzahlen erhalten, die zur Steigerung der Beweglichkeit der Gefechtsbatterie und damit zu derjenigen der Beweglichkeit und Handlichkeit der Abtheilung das wesentlichste Moment bilden.

Wir schließen hiermit unsere Betrachtungen über feldartilleristische Zukunftsmusik, uns ein Urtheil darüber versagend, ob der rechte Moment für eine Neubewaffnung schon gekommen ist, oder ob diese Umwälzung erst dem kommenden Jahrhundert beschieden sein wird. Haben wir durch unsern „Beitrag“ für das Feldgeschütz der Zukunft eine weitere Anregung über den schon so vielfach und so verschieden erörterten Gegenstand gegeben, so ist unser Zweck erreicht, gleichgültig nun, ob das Heil auf unserem Wege oder einem von dem unserigen abweichenden gesucht wird, denn gar viele Wege führen nach Rom.

Digitized by

VIII.

Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve.

Von

E. Dekinghaus,

Lehrer an der Königlichen Baugewerkſchule in Königsberg i. Pr.

[Fortſetzung.]

Aus der entwickelten Formel geht nun zunächſt Folgendes hervor:

Im luftleeren Raum iſt $W = 2X$, im lufterfüllten iſt X ſtets größer als die halbe Wurfweite und zwar um ſo mehr, je größer die Anfangsbeſchleunigung oder der Luftwiderſtand und die Erhöhung iſt. Hat beiſpielsweiſe $\frac{4}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha$ den Werth $= 1$, ſo iſt die hyperboliſche Wurfweite die Hälfte der paraboliſchen, und das obige Verhältniß wird in dieſem Falle

$$\frac{W}{X} = \frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \text{ oder } \frac{X}{W} = 2 - \sqrt{2} = 0{,}5858$$

oder X iſt nahezu $= 3/5$ der Wurfweite.

Der Scheitelpunkt der Geſchoßbahn kann unter Umſtänden am Ende ihres dritten Fünftels liegen.

Bei der Maximalſchußweite iſt

$$1 + \tfrac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha = \cot\alpha^2,$$

demnach

$$\frac{W-X}{X} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha}}.$$

Bezeichnen wir den Theil der Wurfweite zwiſchen dem Scheitelpunkt und dem Endpunkt mit X_1, ſo haben wir alſo

181) $$\frac{X_1}{X} = \operatorname{tg}\alpha.$$

Digitized by Google

Aus dieſer einfachen Relation geht eine elegante Konſtruktion für X_1 hervor, wenn man die Scheitelentfernung X und den Erhöhungswinkel kennt.

Für die Maximalſchußweite haben wir alſo den folgenden Satz:

Die Tangente im Anfangspunkt oder die Seelenachſe des Geſchützes ſchneidet auf der Scheitelordinate eine Strecke ab, welche gleich iſt dem Abſciſſentheil des abſteigenden Aſtes.

In gleicher Weiſe läßt ſich das Verhältniß der Scheitelordinate zur Wurfweite beſtimmen:

Für alle Fälle gelten folgende Formeln:

$$\frac{Y}{W} = \frac{\operatorname{tg}\alpha\left(1 + \frac{1}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha\right)}{\left(\sqrt{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha} + 1\right)^2},$$

182)
$$\frac{X}{W} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}}},$$

$$\frac{X_1}{X} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}}, \qquad 1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha = \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}.$$

Eliminirt man die Wurzelwerthe, ſo reſultirt

183)
$$Y = \frac{X^2 \operatorname{tg}\alpha}{W}$$

Wir führen hierin ein $H = X \operatorname{tg}\alpha$. H iſt alſo die Höhe des Punktes in welchem die Anfangstangente die verlängerte Scheitelordinate trifft. Alſo iſt

$$Y : H = X : W$$

oder
$$H \cdot X = W \cdot Y$$

Das Rechteck aus der Höhe H und der Scheitelabſciſſe iſt gleich dem Rechteck aus der Wurfweite und der Scheitelordinate.

Eliminiren wir aus 182) und 183) $\operatorname{tg}\alpha$, ſo folgt

184)
$$Y = \frac{X \cdot X_1}{W}.$$

Digitized by

Führt man hierin den Positionswinkel $y/x = \operatorname{tg} i$ ein, so erhält man eine weitere geometrische Beziehung.

Für die Maximalschußweite ist noch

$$\frac{Y}{W} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(1 + \operatorname{tg} \alpha)^2}$$

Ist z. B. $\frac{4}{3}\frac{U_0}{g} \sin \alpha = 1$ also $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$, so ist das Verhältniß der Scheitelordinate zur Wurfweite = 0,2426, also Y etwa $^1/_4$ der Wurfweite. **Feste Verhältnisse zwischen X, Y und W existiren also nicht.**

Wird der bestrichene Raum vom Scheitelpunkt an gerechnet, so ist derselbe:

$$X_1 = \frac{W}{v_0 \sin \alpha} \sqrt{\frac{gY}{2}} \text{ oder auch } = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{(1 + k \sin \alpha)\left(\sqrt{1 + k \sin \alpha} + 1\right)}.$$

XVII. Der Fallwinkel der Flugbahn.

Von einem Punkte der Flugbahn ziehen wir nach dem Anfangspunkt eine Gerade, die mit der Horizontalen den Winkel i einschließen möge, und ferner eine Tangente, und bezeichnen den Winkel zwischen ihr und jener Geraden mit φ. Dies ist der Fallwinkel. Ist τ der Winkel zwischen Tangente und Horizontale, so ist

$$\varphi = i - \tau,$$

$$\text{also } \operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg} i - \operatorname{tg} \tau}{1 + \operatorname{tg} i \operatorname{tg} \tau}.$$

Die Werthe für tg τ und tg i sind nach 112) und 114) bekannt, sie sind Funktionen entweder von x oder t,

185) $$\operatorname{tg} \tau = \operatorname{tg} \alpha + \frac{3g}{4 U_0 \cos \alpha}\left(1 - \left(1 + \frac{U_0 t}{3 v_0}\right)^4\right),$$

$$\operatorname{tg} i = \operatorname{tg} \alpha + \frac{3g}{4 U_0 \cos \alpha}\left(1 - \left(1 + \frac{U_0 t}{3 v_0}\right)^2\right).$$

Die Elimination von t führt weiter zu

$$\operatorname{tg} i - \operatorname{tg} \tau = (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} i)\left(1 + \frac{4 U_0 \cos \alpha}{3g}(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} i)\right).$$

Digitized by Google

Hiernach ist τ durch i und α bekannt, und man kann damit ebenfalls den Fallwinkel bestimmen, wenn man tg τ in die erste Formel einsetzt. Es ergiebt sich schließlich

186)
$$\cot\varphi = \frac{\cos\alpha}{\cos i \sin(\alpha - i)\left(1 + \frac{1}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha\,(1 - \operatorname{tg} i \cot\alpha)\right)} - \operatorname{tg} i.$$

In der Wurfweite geht φ in β über, i ist dort Null, und es ist

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha\left(1 + \frac{1}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha\right).$$

Andererseits ist nach Früherem

182)
$$\operatorname{tg}\beta = \frac{2v_0^2 \sin\alpha^2}{gW},$$
$$\sin\alpha = \sqrt{\frac{gW\operatorname{tg}\beta}{2v_0^2}}.$$

Letztere Formel gestattet, aus der Wurfweite, dem Fallwinkel, der Anfangsgeschwindigkeit die Erhöhung zu berechnen. Wir wählen folgendes Beispiel (Schußtafel S. 121, 1879):

Kurze 15 cm Kanone:

$$W = 1500,\quad \beta = 15^5,\quad v_0 = 191,\quad g = 10,$$

dann ist

$$\alpha = 13^{11},$$

Die Tabelle giebt

$$\alpha = 13^8.$$

In gleicher Weise ergiebt sich (ibid. S. 120):

$$W = 1500,\quad \beta = 16^9,\quad v_0 = 185,$$

berechnet

$$\alpha = 14^8.$$

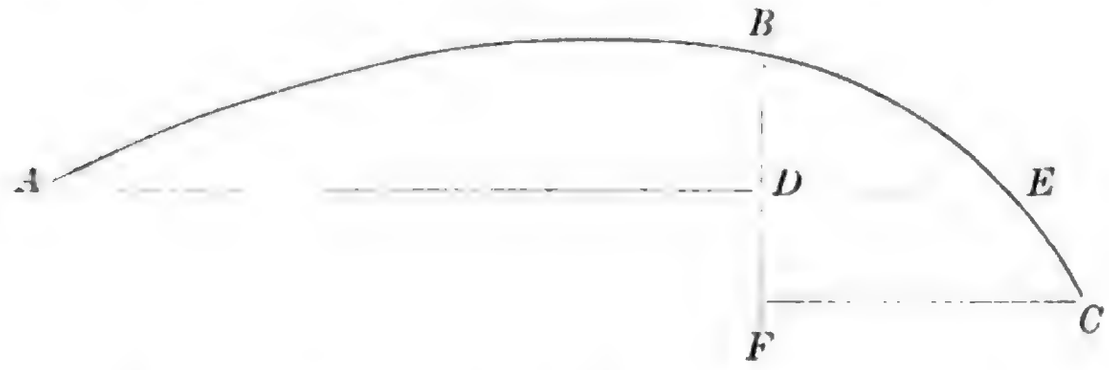
Die Tafel giebt

$$\alpha = 14^9.$$

Wir können die vorstehenden Formeln verwerthen für die Bestimmung der Erhöhung beim indirekten Schuß. Ist das Ziel gedeckt hinter einer Mauer, so ist die Frage, von welcher Größe die Erhöhung sein muß, daß das Geschoß, die Mauer tangirend, den tiefsten Treffpunkt erreicht. Die Kurve ist also durch den Anfangs-, Berührungs- und Endpunkt genau bestimmt. (Vergl. pag. XIV der Schußtafel.)

Digitized by

In der Figur sind diese durch A, B, C markirt. Es sei AD = x die Schußweite S, AE = die Wurfweite W, die deckende Mauer BD bezw. BF, welche mit h bezw. H bezeichnet werden mögen. Endlich sei noch CF = b als bekannt gegeben. Gesucht



werde α oder die Erhöhung bei A. Wir haben zunächst

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{g W \operatorname{tg} \beta}{2 v_0^2}}.$$

In der Praxis wird der Bogen BC von einer Geraden wenig verschieden sein. Dies angenommen, ist vermöge

$$DE : CF = BD : BF$$

$$DE = \frac{bh}{H},$$

und also

$$W = S + DE = S + \frac{bh}{H}.$$

Ferner ist in gleicher Annäherung

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{H}{b},$$

und demnach

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{\frac{1}{2} g \left(S + \frac{bh}{H}\right) \frac{H}{b}}}{v_0},$$

oder einfacher

$$\sin \alpha = \frac{1}{v_0} \sqrt{\frac{1}{2} g \left(\frac{SH}{b} + h\right)}$$

Diese einfache Formel läßt also aus der bekannten Schußweite S, d. i. der Entfernung der Batterie von der deckenden Mauer (Krete), der Höhe der letzteren h, und der Lage des tiefsten Punktes b den Erhöhungswinkel H leicht berechnen.

Digitized by Google

Vergleiche „Allgemeine Schußtafeln für die gezogenen Geſchütze", pag. XIV, wo ein Beiſpiel nach einer anderen Methode und auf Grund der Tabellen durchgeführt worden iſt, worauf wir uns jetzt beziehen wollen.

Es ſei die Entfernung der Batterie von der deckenden Krete 1500 m, die deckende Krete ſei 4 m höher als die Geſchützmündung, und der tiefſte Treffpunkt liege 3 m tiefer als dieſe Letztere. Der horizontale Abſtand FC ſei 25 m. Die Anfangsgeſchwindigkeit betrage $v_0 = 185$ m.

Es iſt alſo

$$S = 1500\text{ m},\quad h = 4\text{ m},\quad H = 7\text{ m},\quad b = 25\text{ m},\quad g = 10\text{ m},$$

dann iſt

$$\sin\alpha = \sqrt{\tfrac{1}{2}\,g\left(\frac{1500\cdot 7}{25}\right)} : 185$$

$$\alpha = 14^\circ\ 25'\ \text{oder}$$

$$\alpha = 14^7$$

Die kurze 15 cm Kanone ergiebt auf der Entfernung von 1500 m bei 0,9 kg Ladung eine Erhöhung von 13^8, bei 0,85 kg Ladung eine ſolche von 14^9. Da das berechnete $\alpha = 14^7$ hiervon wenig entfernt iſt, ſo hat man die Ladung 0,85 kg zu wählen, in Ueberſtimmung mit der Schußtafelmethode.

Man kann die Frage ſtellen, unter welchen Verhältniſſen der Fallwinkel ein beſtimmtes Vielfaches iſt ſeines Erhöhungswinkels, z. B. $\beta = 2\alpha$ oder $\beta = 3\alpha$ ꝛc, unter der Bedingung, daß U_0 konſtant bleibt.

Dazu dient die Formel

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha\left(1 + \tfrac{1}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha\right),\qquad \tfrac{1}{3}\,\frac{U_0}{g} = k,$$

Es iſt zunächſt

$$\operatorname{tg}(2\alpha - \beta) = \frac{\operatorname{tg} 2\alpha - \operatorname{tg}\beta}{1 + \operatorname{tg} 2\alpha\ \operatorname{tg}\beta}.$$

Führt man hierin den Werth von $\operatorname{tg}\beta$ ein, ſo folgt

$$\frac{\operatorname{tg}(2\alpha - \beta)}{\operatorname{tg}\alpha} = 1 - \frac{k\sin\alpha}{1 + 2k\sin\alpha^3}.$$

Digitized by Google

Es wird also $\beta = 2\alpha$ sein, wenn

$$\sin \alpha^3 - \tfrac{1}{2} \sin \alpha + \frac{3g}{8U_0} = 0$$

ist. Diese Gleichung liefert nur für $\alpha < 45°$ brauchbare Wurzeln. Ist z. B. $U_0 = 3g$, was ein ziemlich hoher Widerstandswerth ist, so ist

$$\sin \alpha^3 - \tfrac{1}{2} \sin \alpha + \tfrac{1}{8} = 0$$

und

$$\alpha = 30°, \quad \beta = 60°.$$

Eine zweite Wurzel ist

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{5} - 1}{4} = 0{,}309,$$

$$\alpha = 18°, \quad \beta = 36°.$$

Die Möglichkeit, ob der Fallwinkel das Dreifache des Elevationswinkels ist, ist geknüpft an die Bedingung

$$\sin \alpha^3 - \tfrac{1}{4} \sin \alpha + \frac{3g}{8U_0} = 0.$$

Die zulässigen Werthe liegen in diesem Falle unter 30°, also ist $\alpha < 30°$, und die Widerstandsbeschleunigung muß noch größer werden.

Die im Verhältniß zu den Erhöhungswinkeln großen Fallwinkel finden sich bei flachen Bahnen und besonders bei Handfeuerwaffen, da bei diesen U_0 einen großen Werth erreicht.

Man kann noch leicht folgenden Ausdruck bilden:

$$\operatorname{tg} (\alpha + \beta) = \frac{\sin \alpha \cos \alpha \, (2 + k \sin \alpha)}{1 - 2 \sin \alpha^2 - k \sin \alpha^2}.$$

Ist

$$k > \frac{\cos 2\alpha}{\sin \alpha^3}, \text{ so ist } \alpha + \beta > 90°.$$

Ist die Widerstandsbeschleunigung U_0 größer als

$$\tfrac{3}{4} g \frac{\cos 2\alpha}{\sin \alpha^3},$$

so ist die Summe des Erhöhungs- und Fallwinkels größer als 90°.

Ist z. B. $\alpha = 30°$ und $U_0 > 3g$, so ist auch $\alpha + \beta > 90°$.

Wir wollen an dieser Stelle auch noch die Erhöhung für die doppelte Wurfweite berechnen.

Digitized by Google

Wir haben

$$W = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{4}{3} U_0 \sin \alpha}.$$

Es ist also für die doppelte Wurfweite der betreffende Elevationswinkel α' zu bestimmen, es ist

$$2W = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha'}{g + \frac{4}{3} U_0 \sin \alpha'}.$$

Aus beiden Beziehungen folgt

$$\frac{\sin 2\alpha'}{\sin 2\alpha} = 2 \frac{1 + k \sin \alpha'}{1 + k \sin \alpha}.$$

Wir nehmen versuchsweise an, ob $\alpha' = 2\alpha$ sein kann. Dies führt auf

$$\cos 2\alpha = \frac{1 + k \sin 2\alpha}{1 + k \sin \alpha}.$$

Der Ausdruck zur Rechten ist bis 60° größer als die Einheit, es existirt überhaupt kein reeller Wurzelwerth, welcher der Gleichung genügt. Daher:

Um die Wurfweite zu verdoppeln, genügt es nicht, die Erhöhung zu verdoppeln.

Wir setzen $\alpha' = 3\alpha$, dies führt zu

$$\frac{3 - 4 \sin 2\alpha^2}{2} = \frac{1 + k \sin 3\alpha}{1 + k \sin \alpha}.$$

Da der Ausdruck zur Rechten stets größer als die Einheit ist, natürlich zwischen den zulässigen Grenzen, so muß es auch der zur Linken sein, die Bedingung ist also

$$\frac{3 - 4 \sin 2\alpha^2}{2} > 1,$$

woraus $\alpha < 15°$ folgt.

Die doppelte Wurfweite kann nur bei Erhöhungen unter 15° erreicht werden.

Wir setzen in

$$W = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{4}{3} U_0 \sin \alpha},$$

statt α den Komplement $90 - \alpha$ und vergleichen beide Wurfweiten mit einander.

Digitized by Google

$$\frac{W_\alpha}{W_{90-\alpha}} = \frac{g + \frac{1}{3} U_0 \cos \alpha}{g + \frac{1}{3} U_0 \sin \alpha}.$$

Unter Erhöhungen von weniger als 45° sind alle Wurfweiten größer als die ihrer Komplement-Erhöhungen.

Wir bilden noch

$$\operatorname{tg} (\beta - \alpha) = \frac{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha},$$

setzen den Werth von tg β ein und erhalten

$$\operatorname{tg} (\beta - \alpha) = \frac{4 U_0 \sin \alpha^2 \cos \alpha}{3 g \left(1 + \frac{1}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha^3\right)}.$$

Die Frage nach dem Maximum von $\beta - \alpha$ führt zur Gleichung

183) $$\frac{1}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha^3 + \sin \alpha^2 - \frac{2}{3} = 0,$$

deren betreffende Wurzel den Elevationswinkel liefert, unter welchem der Werth von $\beta - \alpha$, d. i. Unterschied zwischen Fallwinkel und Erhöhung, seinen größten Werth erhält.

Beiläufig erwähnen wir noch hier das Aehnlichkeitsverhältniß verwandter Bewegungen in verschiedenen Kurven. Hierüber gilt folgender Satz: Zwei Systeme, welche geometrisch ähnlich nach dem Aehnlichkeitsverhältnisse α sind, deren homologe Punkte Massen von konstantem Verhältniß β besitzen und an deren homologen Punkten Kräfte wirken, deren Richtung und Sinn in beiden ähnliche Lage und welche Intensitäten von konstantem Verhältniß γ besitzen, welche ferner von homologen Stellungen mit Geschwindigkeiten ausgehen, deren Verhältniß $\sigma = \sqrt{\frac{\alpha \gamma}{\beta}}$ ist, führen durchweg ähnliche Bewegungen aus, und zwar ist das Verhältniß ε der homologen Zeiten, in welchen je zwei homologe Punkte homologe Bahnstrecken beschreiben, $\varepsilon = \sqrt{\frac{\alpha \beta}{\gamma}}$ und behalten die Geschwindigkeiten das Verhältniß fortwährend bei. (Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, S. 883.)

Digitized by Google

Ist das Aehnlichkeitsverhältniß zweier hyperbolischen Bahnen bezw. der Wurfweiten $\alpha : 1$, also $W_1 : W = \alpha : 1$, so müssen für ähnliche Bewegungen folgende Relationen erfüllt sein:

$$\left.\begin{aligned} v_0' : v_0 &= \sqrt{\alpha} : 1 \\ T_0' : T_0 &= \sqrt{\alpha} : 1 \\ \text{also } v_0' : v_0 &= T' : T \end{aligned}\right\} \text{ wenn } U_0' = U_0$$

Die Kurven sind dann ähnlich und die Geschwindigkeiten stehen für gleiche $U_0 = U_0'$ in demselben Verhältniß wie die Zeiten. Die Geschwindigkeiten wachsen wie die Quadratwurzeln aus dem Aehnlichkeitsverhältniß.

XVIII. Ueber den Einfluß kleiner Aenderungen der Geschwindigkeit und Erhöhung sowie des Luftgewichts auf Schußzeit und Wurfweite.

Die Aenderung der Elemente der ballistischen Kurve hinsichtlich ihrer Anfangsgeschwindigkeit und Erhöhung bringt in den von ihnen abhängigen Wurfweiten, Wurfzeiten, Geschwindigkeiten ꝛc. Aenderungen hervor, deren Größe mehr oder weniger hervortritt, je nachdem die bestimmenden Größen mehr oder weniger Einfluß darauf haben.

Auf die Ursachen der Veränderung, z. B. der Geschwindigkeit, gehen wir zunächst noch nicht ein, nehmen dieselbe aber als vorhanden an und haben also die betreffenden Gleichungen hinsichtlich dieser Elemente zu variiren.

Dabei ist zu bemerken, daß außer der Variation von v_0 und α noch diejenige von U_0, als der von v_0 abhängigen Anfangsbeschleunigung, nothwendig ist.

In der Gleichung

$$W = \frac{v_0 \sin 2\alpha}{g + \frac{4}{3} U_0 \sin \alpha}$$

betrachten wir demnach sämmtliche Elemente außer g als veränderlich und fragen, in welchem Sinne sich W mit v_0, α, U_0 ändert.

Für den Anfang der Bewegung legen wir folgendes Widerstandsgesetz

$$U = \varrho v^2$$

Digitized by Google

zu Grunde und werden die daraus abgeleitete Variation

185) $$\delta U = 2U \frac{\delta v}{v}$$

bei der Bestimmung von δU durch δv zu Grunde legen.

Führen wir in diesem Sinne die Differentiation aus, so resultirt schließlich folgender Ausdruck:

185) $$\delta W = \frac{\left(2v^2 \cos 2\alpha - \frac{4}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha^3\right)\delta\alpha}{g\left(1 + \frac{4}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha\right)^2} + \frac{2v \sin 2\alpha\, \delta v}{g\left(1+\frac{4}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha\right)^2}$$

Wir haben hier der Kürze wegen U und v statt U_0, v_0 geschrieben, dieselben sind also nur als Anfangswerthe anzusehen.

Das von der Veränderung der Erhöhung abhängige Glied zeigt, daß die Wurfweite von Null bis zu einem gewissen größten Werthe anwachsen kann, welch letzterer durch die Relation

$$\cos 2\alpha = \frac{4}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha^3$$

bestimmt ist. Von da an nimmt die Wurfweite wieder stetig ab.

Andererseits zeigt das von δv abhängige Glied, daß mit Anwachsen der Geschwindigkeit die Wurfweite stetig wächst.

Auch bemerke man, daß innerhalb gewisser Grenzen die Anfangsgeschwindigkeit und die Erhöhung derart geändert werden können, daß die Wurfweite ungeändert bleibt.

Diese Bestimmungen setzen indessen voraus, daß U_0 eine Konstante ist. Dies ist aber nur der Fall, wenn die Luftdichte unverändert dieselbe bleibt. Aendert sich diese, so ändert sich auch U_0 in dem Sinne, daß einer größeren Luftdichte eine größere Widerstandsbeschleunignng entspricht. Demnach ist U_0 vom Barometerstande und der Temperatur abhängig, und man hat deshalb die bekannte Formel

$$s = \frac{1{,}293}{1 + \alpha t} \cdot \frac{b}{760}\ \text{kg}$$

mit in Rechnung zu ziehen.

Digitized by Google

Wir nehmen an, daß U_0 der Luftdichte oder dem Gewicht der trockenen Luft proportional ist, und setzen für dieselbe Temperatur

$$\frac{U_0}{U_1} = \frac{b_0}{b_1} = \frac{s_0}{s_1}.$$

Bei dem Luftgewicht s_0 s_1 seien die Wurfweiten W_0, W_1, dann ist

$$W_0 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{1}{3} U_0 \sin \alpha}, \quad W_1 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{1}{3} U_1 \sin \alpha}, \quad U_1 = U_0 \frac{s_1}{s_0}.$$

Nach Elimination von U_0, U_1 läßt sich die folgende Gleichung bilden

$$W_1 - W_0 = - \frac{\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha - W}{\frac{s_1}{s_1 - s_0} \cdot \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{gW} - 1}.$$

Sie giebt an, um welchen Betrag sich W_0 ändert, wenn s_0 auf s_1 anwächst.

Um eine Anwendung dieser Formel zu geben, entnehmen wir aus der „Aufstellung der Schußtafeln für Wurffeuer von Herrn Artilleriehauptmann v. Scheve" die Seite 22 gegebenen Data.

„Beim Schießen der 28 cm Granate unter dem Winkel von 45°, mit der Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 307{,}10$ m und bei einer Luftdichte $s_0 = 1{,}130$ kg wurde eine Schußweite $W_0 = 7910$ m erhalten. Welche Aenderung würde die Schußweite bei einer Geschwindigkeit von 308 m und einer Luftdichte von $s_1 = 1{,}206$ erfahren?

In Bezug auf die Aenderung der Luftdichte haben wir als Aenderung der Wurfweite unabhängig von jeder Konstanten

$$W_1 - W_0 = - \frac{\frac{307{,}1^2}{10} - 7910}{\frac{1{,}206}{1{,}206 - 1{,}130} \cdot \frac{307{,}1^2}{79100} - 1} = - 85 \text{ m},$$

um welchen Betrag die Wurfweite W_0 abgenommen hat, in bester Uebereinstimmung mit der von Herrn v. Scheve berechneten Differenz von ebenfalls 85 m.

Im Anschluß hieran wollen wir weiter berechnen, um wie viel die Wurfweite zunimmt, wenn die Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 307{,}10$ um $\delta v_0 = 0{,}9$ m, also auf 308 m anwächst.

Gemäß der Formel 185) oder der analogen

$$\delta W = \frac{2g}{v_0 \sin 2\alpha} \cdot \left(\frac{W_0}{v_0}\right)^2 \delta v_0,$$

die ebenfalls keine willkürlichen Konstanten enthält, finden wir mit Herrn v. Scheve

$$\delta W = 39 \text{ m}.$$

In Bezug auf die Hypotheſe auf Seite 21 der oben genannten Abhandlung, welche lautet: „Die vertikale Fallhöhe unter die Linie der Abgangsrichtung iſt bei Gleichheit der Entfernung und des Abgangswinkels umgekehrt proportional dem Quadrate der Anfangsgeſchwindigkeit", möchten wir uns erlauben, auf die Kurvengleichung 90) hinzuweiſen, nach welcher die vertikale Fallhöhe umgekehrt proportional iſt

$$2 \cos \alpha \, v_0^2 - \tfrac{4}{3} U_0 x.$$

Die vorhergehenden Betrachtungen laſſen erkennen, daß U_0 eine Funktion der Luftdruckverhältniſſe iſt. Es zeigt ſich aber auch überhaupt, daß die Dimenſionen der Flugbahn einen mitbeſtimmenden Einfluß auf dieſe Größe ausüben, indem das U_0 in höheren Flugbahnen oder bei wachſenden Erhöhungen einen kleineren Werth hat als in den niederen Regionen, wo die Luftdichte größer iſt.

Dieſe Abweichungen treten bei großen Unterſchieden in den Erhöhungen merklich auf, und dies iſt die Urſache, daß in dem quadratiſchen Widerſtandsgeſetz

$$U_0 = f \cdot \frac{r^2 \pi}{p} \cdot v_0^2,$$

in welchem $2r$ das Geſchoßkaliber, p das Geſchoßgewicht bezeichnet, f variabel iſt mit der Erhöhung.

Demzufolge haben wir in der Formel

$$W = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{4}{3} U \sin \alpha}$$

bei der Differentiation von W nach α auch U als variabel, gleichſam als eine unbekannte Funktion von α zu betrachten, und es würde demnach die Definitionsgleichung für größte Wurfweite die folgende ſein:

$$2 \sin \alpha^2 + \frac{4}{3g} \sin \alpha^3 \left(U + \frac{dU}{g\,d\alpha} \cot \alpha\right) = 1.$$

Digitized by Google

Die Erhöhung für die Maximalschußweite ist also in Wirklichkeit etwas größer, als sonst bei konstantem U.

Die entsprechende Wurfweite ist unter diesen Umständen

$$W = \frac{2v_0^2/g \sin \alpha^4}{\sin \alpha \cos \alpha - \frac{4dU}{3gd\alpha}}.$$

Die Größe U_0 läßt sich übrigens für jede Erhöhung vermittelst der Formel

$$U_0 = \frac{6v_0}{T}\left(\frac{2v_0 \sin \alpha}{gT} - 1\right)$$

leicht ermitteln, falls man außer der Anfangsgeschwindigkeit und der Erhöhung noch die Schußzeit T kennt. Die Wurfweite ist dann

$$W = \frac{2 \cot \alpha}{g \cdot \left(\frac{4}{gT} - \frac{1}{v_0 \sin \alpha}\right)^2}.$$

In gleicher Weise behandeln wir die Zeitformel 84)

$$T = \frac{3v}{U}\left(\sqrt{1 + \tfrac{4}{3}\frac{U}{g} \sin \alpha} - 1\right)$$

oder

$$T = \frac{\frac{4v}{g} \sin \alpha}{\sqrt{1 + \tfrac{4}{3}\frac{U}{g} \sin \alpha} + 1}$$

indem wir sie nach T, v, α, U variiren.

Nach einer Reihe von Umwandlungen erhalten wir

186) $$\delta T = \frac{2v \cos \alpha \, \delta\alpha}{g\sqrt{1 + \tfrac{4}{3}\frac{U}{g} \sin \alpha}} + \frac{T}{\sqrt{1 + \tfrac{4}{3}\frac{U}{g} \sin \alpha}} \cdot \frac{\delta v}{v}.$$

Hieraus ergiebt sich:

Die Schußzeit nimmt stetig mit wachsender Erhöhung und Geschwindigkeit zu und zwar bei kleineren Erhöhungen schneller als bei größeren.

Für ein Geschütz sei die Anfangsgeschwindigkeit v = 640 m, die Anfangsbeschleunigung 11,05 m, die Erhöhung 44°, die Wurfweite 20 000 m. Es gelten dann hierfür folgende Relationen:

Digitized by

$$\delta W = 31\ \delta v - 168\ \delta\alpha,$$

$$dT = \frac{\delta v}{12{,}5} + 1{,}13\ \delta\alpha,$$

$\delta\alpha$ in Graden.

Aus der ersten Relation geht hervor, daß die Erhöhung von 44° die des Maximalschusses bereits überschritten hat.

Eine Zunahme von α um einen Grad vermindert die Wurfweite um 168 m, eine Abnahme erhöht sie um ebensoviel.

Eine Zunahme von 1 m an Geschwindigkeit vergrößert die Wurfweite um 31 m, eine solche von 10 m schon um 310 m.

Eine Zunahme der Erhöhung um einen Grad erhöht die Zeitdauer um 1,13 Sekunde, eine Zunahme von 12,5 m Geschwindigkeit um 1 Sekunde.

Nimmt die Geschwindigkeit um 10 m und die Erhöhung um 2° ab, so vermindert sich die Schußzeit um etwa 3 Sekunden, während die Wurfweite fast ungeändert bleibt.

In gleicher Weise wie vorher kann man die Aufgabe stellen, um welchen Betrag sich die Schußhöhe y bei gleicher Schußweite, aber veränderter Geschwindigkeit ändert.

Demzufolge nehmen wir in der Kurvengleichung

$$y = x \operatorname{tg}\alpha - \frac{g x^2}{2 v^2 \cos\alpha^2 - \frac{1}{3} U \cos\alpha\, x}$$

außer y noch v und U als veränderlich an und erhalten als Schlußresultat:

$$\delta y = \frac{2g\ x^2}{v \cos\alpha} \cdot \frac{\delta v}{2 v_0^2 \cos\alpha - \frac{1}{3} U x},$$

oder vereinfacht

187) $$\delta y = \frac{2(x \operatorname{tg}\alpha - y)\ \delta v}{v}.$$

Es ist $x \operatorname{tg}\alpha$ die Höhe des Punktes in der Entfernung x, in welchem die Seelenachse die Ordinate trifft, und also ist

$$x \operatorname{tg}\alpha - y$$

die Fallhöhe h. Demnach gewinnen wir in

$$\frac{\delta y}{h} = \frac{2\delta v}{v}$$

eine sehr einfache Beziehung zwischen den genannten Größen.

Digitized by Google

Mit der Zunahme der Geschwindigkeit geht also stets eine Vergrößerung der Schußhöhe vor sich.

Ein gleich einfaches Gesetz erhält man aus der Zeitformel

$$t = \frac{3v}{U}\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{2Ux}{2v^2\cos\alpha}}} = 1 -\right)$$

die t als Funktion von x darstellt.

Für eine andere Geschwindigkeit bei übrigens konstanter Schußweite x und auf Grund des Widerstandsgesetzes

$$\frac{U}{v^2} = \frac{U_1}{v_1^2}$$

ist

$$t_1 = \frac{3v_1}{U_1}\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{2Ux}{3v^2\cos\alpha}}} - 1\right).$$

Aus beiden Gleichungen folgt

$$t : t_1 = \frac{v}{U} : \frac{v_1}{U_1},$$

oder wegen

$$U : U_1 = v^2 : v_1^2$$

auch

$$t : t_1 = \frac{1}{v} : \frac{1}{v_1}$$

$$vt = v_1 t_1.$$

Bei derselben Erhöhung und gleicher Schußweite aber verschiedenen Geschwindigkeiten verhalten sich die entsprechenden Flugzeiten umgekehrt wie die Geschwindigkeiten.

Eine größere Bedeutung als die besprochenen Formeln haben diejenigen Gleichungen, welche das Gesetz der Aenderung der Endgeschwindigkeit bei veränderter Anfangsgeschwindigkeit zum Ausdruck bringen.

In der parabolischen Bewegung ist die Endgeschwindigkeit v_e stets gleich der Anfangsgeschwindigkeit, bei der hyperbolischen ist sie stets kleiner. Denn es ist

$$v_e^2 = \frac{v^2 \sin\alpha^2}{1 + \frac{1}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha} + \frac{v^2\cos\alpha^2}{\left(1 + \frac{1}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha\right)^3}.$$

Digitized by Google

Aendern wir hierin v um δv, U um $\delta U = \frac{2U}{v}\delta v$, so ändert sich v_e um δv_e, und führen wir hiernach die Differentiation durch, so gelangt man nach einer Reihe von Reduktionen auf

$$188)\quad \frac{\delta v_e^2}{\delta v^2} = \frac{v_e^2}{v_0^2\left(1 + \frac{1}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha\right)} - \frac{8\,U\sin\alpha\cos\alpha^2}{3g\left(1 + \frac{1}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha\right)^4}$$

Diese Gleichung zur Bestimmung der Aenderung der Geschwindigkeit in der Wurfweite verlangt eine nähere Untersuchung über die Möglichkeit, ob der Ausdruck zur Rechten größer, gleich oder gar kleiner als Null werden kann.

Im letzteren Fall würde aus einer vergrößerten Anfangsgeschwindigkeit eine verminderte Endgeschwindigkeit resultiren. Setzen wir $\delta v_e = 0$, so wird

$$\frac{v_e^2}{v^2} = \frac{8}{3}\,\frac{U\sin\alpha\cos\alpha^2}{g\left(1 + \frac{1}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha\right)^3}.$$

Statt $1 + \frac{1}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha$ schreiben wir nach 125) $\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}$,

führen ferner die Gleichung 73)

$$\frac{v_e^2}{v^2} = \frac{\sin\alpha^2}{\sin\beta^2}\,\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta}$$

ein und erhalten durch Einsetzen dieser Ausdrücke in die obige Formel

$$\frac{\sin\alpha^2\operatorname{tg}\alpha}{\sin\beta^2\operatorname{tg}\beta} = 2\cos\alpha^2\left(\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha} - 1\right)\frac{\operatorname{tg}\alpha^3}{\operatorname{tg}\beta^3}.$$

Diese geht nach einigen Reduktionen über in

$$(\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\beta - 1)^2 + 3\operatorname{tg}\alpha^2 - 1 = 0$$

woraus

$$189)\qquad \operatorname{tg}\beta = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 3\operatorname{tg}\alpha^2}}{\operatorname{tg}\alpha}.$$

Diese Formel sagt uns Folgendes:

Eine vergrößerte Anfangsgeschwindigkeit bringt nicht immer eine vergrößerte Endgeschwindigkeit hervor, nämlich in den Fällen, in welchen die Erhöhung

Digitized by Google

$\alpha \gtrless 30°$ und der Fallwinkel β genau den Werth der obigen Gleichung hat.

Der Grund dieser Erscheinung ist leicht ersichtlich, wenn man bemerkt, daß U proportional v^2 ist. Führen wir ein $\frac{1}{3}\frac{U}{g} = \rho v^2$, so wird die Hauptformel

$$v_e^2 = \frac{v^2 \sin \alpha^2}{1 + \rho v^2 \sin \alpha} + \frac{v^2 \cos \alpha^2}{(1 + \rho v^2 \sin \alpha)^3}$$

Das erste Glied zur Rechten nimmt allerdings mit v zu, nicht aber das zweite, da die im Nenner auftretende dritte Potenz eine Abnahme desselben bei steigendem v bewirkt.

Diese Verhältnisse berühren die Frage, die Umstände der veränderten Bewegung klarzulegen, die der Endgeschwindigkeit einen Maximal- oder Minimalwerth verleihen.

Es muß dann δv_e Null sein, und die letzte Gleichung für tg β, mit welcher wir 125) verbinden, giebt uns

$$\frac{1}{3}\frac{U}{g} = \frac{\cos 2\alpha \pm \sqrt{\cos 2\alpha^2 - \sin \alpha^2}}{\sin \alpha^3}.$$

und also ist

190) $$v_e^2 = \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha^2}{\rho} \frac{(\cos 2\alpha \pm \sqrt{\cos 2\alpha^2 - \sin \alpha^2})^2}{(\cos \alpha^2 \pm \sqrt{\cos 2\alpha^2 - \sin \alpha^2})^3}.$$

Dies sind die größten und kleinsten Werthe von v_e oder der Endgeschwindigkeit, deren entsprechende Werthe von U und β die obigen sind.

Ob Maximum oder Minimum, ergiebt sich aus dem zweiten Differentialquotienten oder aus dem maßgebenden Ausdruck desselben

$$1 - 4 \sin \alpha^2 \pm \sqrt{\cos 2\alpha^2 - \sin \alpha^2}.$$

Hiernach haben wir Folgendes:

Die Endgeschwindigkeit v_e, hervorgehend aus

191) $$v_e^2 = \frac{v^2 \sin \alpha^2}{1 + \rho v^2 \sin \alpha} + \frac{v^2 \cos \alpha^2}{(1 + \rho v^2 \sin \alpha)^3}$$

ist ein Maximum für den aus

192) $$v^2 = \frac{\cos 2\alpha - \sqrt{\cos 2\alpha^2 - \sin \alpha^2}}{\rho \sin \alpha^3}$$

Digitized by Google

folgenden Werth der Anfangsgeſchwindigkeit v, und es iſt die Maximalgeſchwindigkeit beſtimmt durch

$$193)\quad v_0^2 = \frac{2 \sin\alpha \cos\alpha^2}{\varrho} \frac{(\cos 2\alpha - \sqrt{\cos 2\alpha^2 - \sin\alpha^2})^2}{(\cos\alpha^2 - \sqrt{\cos 2\alpha^2 - \sin\alpha^2})^3}.$$

Um eine Anwendung unſerer Formeln zu geben, wählen wir

$$\sin\alpha^2 = \tfrac{1}{5},\quad \text{alſo } \cos\alpha^2 = \tfrac{4}{5},\quad \cos 2\alpha = \tfrac{3}{5},\quad \operatorname{tg}\alpha = \tfrac{1}{2}$$

$$\alpha = 26\tfrac{1}{2}^\circ,$$

dann iſt

$$\beta = 45^\circ$$

$$v^2 = \frac{\sqrt{5}}{\varrho},\quad v_0^2 = \frac{\sqrt{5}}{5\varrho}$$

$$\frac{v_0}{v} = \frac{1}{\sqrt{5}},\quad \tfrac{4}{5}\frac{U}{g} = \sqrt{5} = \varrho v^2.$$

Iſt z. B. die Anfangsgeſchwindigkeit $v = 500$ m, $\varrho = \sqrt{5} : 500^2$ und $U = \frac{5}{4}\sqrt{5}\,g$, dann iſt

$$v_0 = \frac{500}{\sqrt{5}} = 100\sqrt{5} = 223{,}6 \text{ m}$$

und dieſe Endgeſchwindigkeit von 223,6 m wird auch für größere Anfangsgeſchwindigkeiten als 500 m nicht mehr überſchritten, vielmehr bleiben trotz vergrößerter Anfangsgeſchwindigkeiten die erreichten Endgeſchwindigkeiten alle unter dem Maximalwerth von 223,6 m.

Für jedes unter weniger als 30° Erhöhung aufgeſtellte Geſchütz giebt es eine Maximal-Endgeſchwindigkeit in der horizontalen Wurfweite, die einer beſtimmten Anfangsgeſchwindigkeit entſpricht und die auch bei beliebig vergrößerten Anfangsgeſchwindigkeiten nicht mehr überſchritten wird. Die Endgeſchwindigkeit hat alſo unter allen Umſtänden eine obere Grenze, weshalb eine übermäßige Vergrößerung der Anfangsgeſchwindigkeit nutzlos iſt.

Das Verhältniß der Endgeſchwindigkeit zur Anfangsgeſchwindigkeit iſt bei dieſen extremen Fällen

$$194)\quad \frac{v_0^2}{v^2} = 2 \sin\alpha^4 \cos\alpha^2 \frac{\cos 2\alpha - \sqrt{\cos 2\alpha^2 - \sin\alpha^2}}{(\cos\alpha^2 - \sqrt{\cos 2\alpha^2 - \sin\alpha^2})^3}.$$

Digitized by Google

Die Ursache dafür, daß die Endgeschwindigkeiten eine Grenze erreichen, ist in dem mit der Geschwindigkeit außerordentlich anwachsenden Luftwiderstand begründet, der um so energischer auftritt, je größer die Anfangsgeschwindigkeiten und damit die Wurfweiten und Schußzeiten sind, infolge deren die Geschwindigkeit schneller aufgebraucht wird.

In welch hohem Maße die Zeit auf die Verminderung der Horizontalgeschwindigkeit Einfluß ausübt, zeigt die schon früher abgeleitete Formel

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{v_0 \cos \alpha}{\left(1 + \frac{U_0 t}{3 v_0}\right)^3}.$$

Wir betrachten noch die Aenderung des Elementes g.

In der Formel für den Nachweis der hyperbolischen Bewegung kommt als einzige Konstante die Beschleunigung der Schwere vor.

Die Annahme $g = 10$ lieferte im Ganzen gute Uebereinstimmung mit den Thatsachen, und es dürfte sich empfehlen, diese Zahl auch vorläufig noch beizubehalten. Indessen schließt dies nicht aus, daß dasjenige g den Vorzug verdient, welches den absolut schärfsten Beobachtungsdaten entspricht, und da dies unzweifelhaft bei den Schießversuchen der Kruppschen Gußstahlfabrik in Essen der Fall ist, so empfiehlt es sich, das g aus diesen Erfahrungsresultaten abzuleiten.

Die Differentiation von 45) in Bezug auf T nach g liefert die Relation

195) $$dT = -\frac{T}{2g}\left(1 + \frac{g}{4 v_0 \sin \alpha}\right) dg,$$

welche zeigt, daß eine kleine Zunahme der Schwere eine Abnahme der Flugzeit herbeiführt.

Hinsichtlich der Bestimmung von v_0 und v_e im Allgemeinen wollen wir nochmals auf die Formel in XVI

$$v_x = v_0 \cos \alpha \left(1 - \frac{2 U_0}{3 v_0^2 \cos \alpha}\right)^{3/2}$$

aufmerksam machen.

Digitized by Google

Beim Horizontalschuß und für kleine Schußweiten und demnach kleinen τ können wir setzen $v_x = v$, und haben also für zwei Versuche

$$\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^{2/3} = 1 - \frac{2U_0 x_1}{3v_0^2}, \quad \left(\frac{v_2}{v_0}\right)^{2/3} = 1 - \frac{2U_0 x_2}{3v_0^2}.$$

Die Elimination von U_0 ergiebt

$$v_0^{2/3} = \frac{x_2 v_1^{2/3} - x_1 v_2^{2/3}}{x_2 - x_1}.$$

Herr Hauptmann v. Pfister giebt in seiner „Beurtheilung der ballistischen Rechnenformeln" Seite 28 folgende Data an:

$x_1 = 50$ m $\qquad x_2 = 1479$ m
$v_1 = 470{,}84$ m $\qquad v_2 = 406{,}46$ m.

Aus diesen ermittelt er als Anfangsgeschwindigkeit für das quadratische bezw. kubische Widerstandsgesetz

$$v_0 = 473{,}26 \text{ m bezw. } 473{,}46 \text{ m.}$$

Unsere Methode ergiebt $v_0 = 473{,}33$ m, in guter Uebereinstimmung mit dem ersteren Gesetz.

Herr Feuerwerkslieutenant Prehn erwähnt in seiner Abhandlung „Ueber die bequemste Form des Luftwiderstands-Gesetzes" (Archiv 1873) Seite 238 folgenden Versuch zur Bestimmung der Endgeschwindigkeit: „Im Frühling des Jahres 1869 ist es gelungen, für den 21 cm Mörser mit $v_0 = 130{,}5$ m, bei $\alpha = 60°$ und $W = 1415$ m die Endgeschwindigkeit in der Richtung des Fluges 123 m zu messen, wofür die Rechnung $\beta = 61° 24'$ und $v_e = 125$ m ergiebt."

Diese Thatsachen wollen wir unserer Methode zu Grunde legen.

In der Formel 110) ersetzen wir U_0 durch W nach Formel 80) und gewinnen hierdurch die Relation

$$v_0^2 = \frac{gW}{\sin 2\alpha}\left(\sin \alpha^2 + \left(\frac{gW}{2v_0^2 \sin \alpha}\right)^3\right).$$

Wir finden für $g = 9{,}81$ m

$$v_0 = 124{,}78 \text{ m},$$

und ferner

$$\beta = 61° 28' 50'',$$

also in guter Uebereinstimmung mit dem Obigen und ohne Anwendung von Konstanten.

Digitized by Google

Erſetzen wir in

$$v \cos \tau = \frac{v_0 \cos \alpha}{\left(1 + \frac{U_0}{3 v_0} t\right)^3}$$

den Nenner durch den analogen der Formel 127)

$$\frac{U}{U_0} = \frac{v}{v_0} \frac{1}{1 + \frac{U_0}{3 v_0} t},$$

ſo folgt nach einigen Reduktionen das allgemeine Geſetz

$$\frac{U}{U_0} = \left(\frac{\cos \tau}{\cos \alpha}\right)^{1/3} \left(\frac{v}{v_0}\right)^{4/3}.$$

Bei flachen Bahnen iſt alſo der Luftwiderſtand ſehr nahe der Potenz $v^{4/3}$ proportional. (Vergl. 75.)

Die Projektions-Beſchleunigungen in der Bahn ſind demzufolge nach 1)

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = - U_0 \cos \alpha \left(\frac{v_x}{v_0 \cos \alpha}\right)^{4/3},$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = - g - U_0 \sin \alpha \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \tau}\right)^{1/3} \left(\frac{v_y}{v_0 \sin \alpha}\right)^{4/3},$$

und die Aenderung der Geſchwindigkeit in der Bahn ſelbſt

$$\frac{dv}{dt} = - g \sin \tau - U_0 \left(\frac{\cos \tau}{\cos \alpha}\right)^{1/3} \left(\frac{v}{v_0}\right)^{4/3}.$$

Das Widerſtandsgeſetz der Luft für die balliſtiſch-hyperboliſche Bewegung ſtellt ſich hiernach noch in verhältnißmäßig einfacher Form dar, und es ſcheint bemerkenswerth zu ſein, daß die Potenz des Widerſtandes wenigſtens innerhalb gewiſſer Grenzen eine mäßige Größe nicht überſteigt.

(Fortſetzung folgt.)

Digitized by Google

Literatur.

5.

1. Los fusiles modernos en Austria-Hungaria etc. Barcelona 1893.
2. Los fusiles Mauser etc. Druckort nicht angegeben; vielleicht Oviedo, 1894.

Beide Werke verfaßt von José Boado y Castro, Artilleriekapitän.

Wir Deutschen stehen bei den Nachbarn (obgleich leider — den slavischen sowohl wie den romanischen — so Manches an uns ihnen nicht sympathisch ist) in einer Beziehung in gutem Rufe: sie halten uns für gelehrte Leute; insbesondere für Sprachverständige.

Daß uns volles Verständniß des Französischen zugemuthet wird, ist ganz selbstverständlich. Dann kommen die Engländer — muß auch noch gehen. Dann die Italiener — ist schon bedenklicher; geht aber immer noch leidlich. Dann die Spanier — das ist schon etwas sehr bedenklich; das Spanische kommt doch schon sehr Vielen von uns — spanisch vor!

Im vorliegenden Falle ist das in hohem Maße schade. Die in der Ueberschrift nur in den ersten Titelworten in der Ursprache bezeichneten Werke (die bibliographische Genauigkeit verlangt diese Art der Bezeichnung) sind in hohem Grade empfehlens- und lesenswerth und lehrreich; gründlich, sachverständig, erschöpfend, klar dargestellt und durch eine Fülle vortrefflich ausgeführter, zeichnerischer Darstellungen erläutert. Glücklicherweise ist das Zeichnen eine Weltsprache, und ob die in den Text gedruckten Abbildungen „grabada“ oder „Holzschnitt“, und die „in sechs Farben gedruckten doppelquartseitigen 5 Tafeln“ laminas de doble tamaño tiradas á seis tintas bezeichnet sind (beiläufig bemerkt auf

Digitized by Google

Spanisch genau dasselbe, was die vorhergehenden deutschen in Gänsefüße geschlossenen Worte besagen) — die Illustrationen sind verständlich. Sie verdienen genaue Durchsicht und sind überaus anschaulich und lehrreich.*)

Die beiden in der Ueberschrift zusammengefaßten Arbeiten desselben, durchaus sachverständigen und vertrauenswürdigen Urhebers derselben, sind sehr verschiedener Art und Bedeutung, wie schon ihr äußeres Aussehen, Format, Größe und — Preis kundgiebt.

Die Studie unter 2 über das in Europa und Amerika eingeführte Mausergewehr, 7,65 mm Kaliber M/1890 und M/1891 ist eine kleine Broschüre in klein Oktav mit 33 Holzschnitten im Text, zum Preise von nur 1 Peseta (wahrscheinlich nur am Druckort bezw. beim Verfasser, der dieses Schriftchen im Selbstverlage herausgegeben zu haben scheint). Eine Peseta hat in unserem Gelde den Werth von 81,4 Pfennig (1 Frc.).

Wer des Französischen mächtig ist, ein spanisches Wörterbuch besitzt, daneben etwas Kombinationsgabe und etwas Geduld — endlich, das beschriebene Gewehr kennt, der wird sich in dem spanischen Büchlein leicht zurechtfinden. Der Einwurf liegt nahe: wenn er das beschriebene Gewehr kennt, warum soll er sich mit der spanischen Beschreibung Mühe geben? Es hat doch seinen Nutzen. Er erfährt, wie man in Spanien die ursprünglich von den Konstrukteuren deutsch bezeichneten Gewehrtheile benannt hat; er erweitert dadurch sein voraussichtlich nur auf Konversation und Literatur berechnetes Wörterbuch nach der technischen Seite hin, und das kommt ihm zu statten, wenn er sich an ein ähnliches Werk machen will, aus dem er Neues lernen kann. Und das kann er unbedingt aus dem unter 1 aufgeführten Werke, das eine sehr ausführliche Geschichte der Entwickelung der Gewehrfrage in Oesterreich-Ungarn bietet.

Man kann dieses Werk ein Prachtwerk nennen: Großquart, gutes Papier, schöner deutlicher Druck, 152 Seiten Text, überaus reiche Ausstattung mit bildlichen Darstellungen. Dem entspricht

---

*) Allerdings doch nur für Denjenigen verständlich, der die Grundlagen und maschinellen Hauptbestandtheile des modernen Hinterladers nach dem Zündnadelprinzip und dem des Patronenmagazins bereits kennt und nur die verschiedenartige Ausgestaltung des Verschlusses, des Lade- und Abfeuerungsmechanismus kennen lernen will.

Digitized by Google

freilich auch der Preis; er beträgt in Spanien 6,5 Peſetas; bei Verſendungen 1 Peſeta mehr; dürfte alſo bei uns wohl auf rund 6 Mark kommen.

Um von dem Reichthum des Werkes eine Vorſtellung zu geben, mag der Inhalt der Kapitel auszugsweiſe angegeben werden:

I. Annahme des Hinterladers (de las armas á cargar por la récamara).

II. Das gezogene Gewehr von 1855. Syſtem Wänzl 1867.

III. Gewehre mit Werndl-Verſchluß (con cierro Werndl). Beſchreibung des Modells von 1867. Spiel des Mechanismus. Munition. Werndl v. 1873. Vortheile und Nachtheile des Syſtem W.—Werndl 1877. Balliſtiſche Eigenſchaften des Werndl-Gewehrs von 1877. Die mit Werndl-Gewehr ausgerüſteten Truppen.

IV. Terzerole und Musquetons mit Werndl-Verſchluß. Die damit bewaffneten Truppen. Balliſtiſche Eigenſchaften des Werndl-Karabiners von 1877.

V. Musqueton Syſtem Fruwirth. Annahme deſſelben für die Gendarmerie. Beſchreibung. Wie der Mechanismus funktionirt. Vortheile und Nachtheile. Munition.

VI. Repetirgewehr Kropatſchek. Beſprechung derſelben Punkte wie in V.

VII. Studien und Verſuche behufs Entſcheidung über die Wahl eines Repetirgewehres. Sehr ausführliches Kapitel. Enthält allein 57 Stiche und behandelt die Syſteme: Sylveſter und Karl Krnka, Herz, Friſch, Winkler, Mannlicher, Schmarda und Schurda ꝛc.

VIII. Repetirgewehr Mannlicher 1886.

IX. Deſſelben Modell von 1888. Dabei Benennung und Zahl aller Beſtandtheile.

X. Repetirkarabiner Mannlicher von 1890.

XI. Repetirgewehr Modell 1888/90.

Es folgt eine Tabelle der Abmeſſungen, Gewichte und Eigenſchaften aller öſterreichiſch-ungariſchen Gewehrmodelle.

Im Anhange werden behandelt: Zimmergewehre zur Vorübung (carabinas de cuartel); das rauchloſe Pulver Modell 1890 (Schwab); die Munitionsverſorgung.

Es iſt eine Fortſetzung des beſprochenen Werkes geplant, die in gleicher Weiſe, wie mit Oeſterreich-Ungarn geſchehen, das

Digitized by Google

Deutsche Reich, die Schweiz, Belgien und Holland, Spanien 2c. behandeln soll.

Daß Don José Boado y Castro ein vertrauenswürdiger Gewährsmann bezüglich der Gewehrfrage ist, wird weniger durch seine Charge als Artilleriehauptmann verbürgt, als vielmehr dadurch, daß er in der staatlichen Waffenfabrik in Oviedo angestellt ist. Seit Anfang März hält er sich bei uns in Berlin auf, als Mitglied der spanischen Militärkommission für Annahme des Systems Mauser und zur Kontrole der Fabrikation.

Vielleicht fände sich bei uns ein unternehmender Verleger, der mit Hauptmann Boado in Verbindung träte, um von ihm die Erlaubniß zur Benutzung seiner fünf großen Tafeln zu erlangen, an denen nichts spanisch ist als die Ueberschrift. Freilich müßte der präsumtive deutsche Verleger dann eine gewehr- wie sprachverständige Persönlichkeit zur Verfügung haben, die aus dem umfangreichen Werke die detaillirte Erklärung der mehr als 100 Abbildungen auszöge und verdeutschte.

Der eben niedergeschriebene Einfall stammt durchaus von mir selbst; Hauptmann Boado hat nicht entfernt etwas dem Aehnliches geäußert; ich weiß nicht, ob der ausgesprochene Gedanke seinen Beifall haben würde; ich kenne den Herrn gar nicht.

G. Schröder.

6.

Illustrirtes Wappen- und Siegel-Album. Leipzig 1894. J. F. Bösenberg. 8°. Mk. 1,00.

Das Sammeln von Wappen und Siegeln hat, obwohl es bedeutend älter ist, bisher nicht den Aufschwung nehmen können wie das Briefmarkensammeln. Der Grund hierfür liegt wohl darin, daß einerseits das Material für Wappen- und Siegelsammlungen nicht Jedem so zugänglich ist wie Briefmarken, andererseits aber hauptsächlich darin, daß es noch immer an einem geeigneten Aufbewahrungsort für die gesammelten Objekte fehlt, denn Siegel aus Lack, Blei oder Wachs lassen sich nicht in Sammelbücher einkleben, die die bequeme Form der Briefmarkenalben haben. Ein umfassendes Sammelbuch läßt sich gegenüber der

Digitized by Google

zahlloſen Menge der Wappen und Siegel auch gar nicht herſtellen. Wenn es der Verfaſſer trotzdem unternommen hat, ein ſyſtematiſch bearbeitetes Sammelbuch zu veröffentlichen, ſo kann dies nur die erſte Anregung zu einer derartigen Sammlung geben. Das Werk umfaßt in kleinem Raume das geſammte Material, iſt aber naturgemäß nur für Wappen und Siegel aus Papier berechnet. Wir finden die Länderwappen der Erdtheile (zum Theil vorgedruckt), die Wappen der Herrſcherhäuſer, der Geiſtlichkeit, des hohen und niederen Adels, von bürgerlichen Geſchlechtern, Künſtlern, Dichtern, Gelehrten, Induſtriellen, Vereins- und Amtswappen, Erbſchafts-, Anſpruchs- und Gedächtnißwappen, Wappen von Städten und Oertern. Dem erſten Theile ſind 16 Tafeln beigegeben, die 192 verſchiedene Wappen aller Erdtheile enthalten. Dieſe Wappen, deren Größe den vorgedruckten Feldern entſpricht, ſind in Buntdruck heraldiſch korrekt und künſtleriſch ſchön ausgeführt. Der Hauptvorzug des Buches liegt darin, daß es auch in weiteren Kreiſen zu einem Sammelzweige anregen wird, welcher vielſeitiger und ſchöner als die meiſten anderen Sammlungen, auch für Künſtler und Geſchichtsforſcher von beſonderem Werthe iſt.

Digitized by

IX.

Die Gefahr der Munitionsverschwendung.

Es ist eine natürliche Sache, daß dem Bestreben, bei den Gewehren und (seit neuester Zeit) auch bei den Geschützen eine immer größere Feuergeschwindigkeit zu ermöglichen, von vielen Seiten auch mehr oder minder begründete und gewichtige Bedenken entgegengesetzt werden. Der Kostenpunkt, welcher da von Manchen in erster Linie zur Sprache gebracht zu werden pflegt, verliert jedoch seine Bedeutung, wenn man an die anderweitigen hohen und sich fortwährend steigernden Anforderungen denkt, welche alljährlich von den Kriegsverwaltungen aller Staaten gestellt und von den Vertretungskörpern nach längeren oder kürzeren Debatten auch bewilligt werden. Das Geld für die Patronen wird immer beschafft werden.

Ernster ist schon die Frage, wie eine solche Munitionsmenge ohne Ueberlastung des Mannes und ohne übermäßige Verlängerung des Trains fortgebracht und zur steten Verfügung der Truppen bereit gehalten werden kann. Bei dem Manne hat das Gewicht der von demselben zu tragenden Munition eine gewisse Grenze, die bereits erreicht, ja an einigen Orten schon überschritten worden ist, daher jetzt an eine Erleichterung, mithin an eine Verminderung der anfänglich bestimmten Patronenzahl gedacht werden muß. Doch konnte Letztere durch wiederholte Verkleinerung des Kalibers bei Erhaltung, ja bei Verminderung des bisherigen Gesammtgewichtes nicht unerheblich vermehrt werden. Und schließlich konnte ja ein bedeutender Patronenvorrath auf den den Truppen beigegebenen Fuhrwerken mitgeführt werden. Bei der Artillerie aber mochte die Mitführung von einigen weiteren Munitionswagen bei jeder Batterie-Abtheilung oder Munitionskolonne im Hinblick auf

Digitized by Google

die ungeheuere Größe des Trains der gesammten Armee nicht für besonders beachtenswerth gehalten werden. Ueberdies konnten dafür andere Dinge zurückgelassen werden, und es war ja mit Hülfe der Eisenbahnen stets auf einen raschen und rechtzeitigen Ersatz der Munition zu rechnen, sowie eine Aushülfe von Seite der nicht ins Gefecht gekommenen Korps sehr nahe liegt.

Der gewichtigste und zumeist vorgebrachte Einwurf ist jedoch jener der drohenden Gefahr der Munitionsverschwendung! Letztere ist bei der Infanterie so gut wie bei der Artillerie vorgekommen, wurde aber bei der Artillerie mit geringerer Besorgniß betrachtet und, wenn sie wirklich vorgekommen war, nur wenig beachtet. Man pflegte sich weniger um die Zahl der abgegebenen Schüsse als darum zu kümmern, ob der angestrebte Erfolg auch erreicht worden sei.

Die Abgabe der Schüsse ist zudem, außerordentliche Fälle ausgenommen, dem Belieben der einzelnen Artilleristen entrückt, da sich die Feuerleitung in den Händen der Batteriechefs oder mindestens ihrer Offiziere befindet, von denen ein richtiges Ermessen der nothwendigen Feuergeschwindigkeit mit Sicherheit vorauszusetzen ist. Bei der Artillerie wird gegenwärtig die etwa vorkommende Munitionsverschwendung meist keine wirkliche, sondern nur eine scheinbare sein.

Die Warnung vor der Munitionsverschwendung ist übrigens keine der neuesten Zeit entstammende Erscheinung, sondern sie wurde wiederholt auch früher vernommen. Sie tauchte bei jeder neueingeführten Verbesserung der Handfeuerwaffen, wodurch eine raschere Abgabe des Feuers ermöglicht wurde, auf, und es war die Besorgniß der möglichen Munitionsvergeudung oft von solchem Einfluß, daß manche Verbesserung gar nicht oder sehr verspätet und wenn man die nachtheiligen Folgen des Versäumnisses empfunden hatte, eingeführt wurde.

Namentlich ist in Oesterreich die Furcht vor der Munitionsverschwendung bei Vielen eingewurzelt, und sie wurde, so oft eine Waffe, welche ein schnelleres Feuer als die eingeführten Gewehre gestattete, eingeführt werden sollte oder wirklich eingeführt wurde, in der beredtesten Weise geäußert und war nicht selten von großem Nachtheile. Die Behauptung, daß diese oder jene verbesserte Waffe einer gegnerischen Armee bis dahin in Oesterreich unbekannt gewesen

Digitized by Google

und man durch deren verderbliche Wirkung überrascht worden sei, beruht nicht auf Wahrheit. Denn man war genau von der Einführung der eisernen Ladestöcke unterrichtet, aber man zögerte mit deren Einführung bis — nach der Schlacht bei Mollwitz, weil man befürchtete, daß sich die Truppen durch das schnelle Feuern sehr bald verschießen würden.

Auch mit der Einführung der Perkussionszündung wurde gezögert. Dieselbe gewährte an sich zwar keine schnellere, aber eine sichere Abgabe des Schusses, da bei dieser nicht wie früher das Pulver auf der Pfanne feucht wurde und also auch bei schlechter Witterung weniger Versager vorkamen. So kam es, daß, als endlich die von dem nachmaligen FZM. Augustin verbesserten Consolschen Zünderschlösser (nebenbei bemerkt keineswegs die beste Perkussionszündung) eingeführt wurden, in den Jahren 1848 und 1849 sehr viele Truppen nur mit Steinschloßgewehren bewaffnet werden konnten. Als dann in den meisten Armeen gezogene Gewehre zur Einführung gelangten, folgte man zwar diesem Beispiele, aber das Lorenzsche Vorderladungsgewehr, welches man annahm, war abgesehen von seiner Kapselzündung schon darum ein Rückschritt zu nennen, weil Patrone und Geschoß gesondert waren und das Laden noch langsamer als früher bewirkt werden konnte.

Auch das Zündnadelgewehr war in Oesterreich ganz gut bekannt. War ja die genaue Abbildung desselben schon vor dem Jahre 1848 in den meisten militärischen Unterrichtsanstalten zu treffen. Aber man bezweifelte die angegebenen Vortheile dieser Waffe, die man „wegen ihrer Subtilität" für keine solide Kriegswaffe hielt, und vor Allem wies man auf die fast unausbleiblich zu erwartende Munitionsverschwendung hin.

Das Jahr 1866 brachte zuerst die Umgestaltung eines großen Theiles der vorhandenen Vorderlader in Hinterlader und dann die Einführung eines neuen Hinterladers von kleinerem Kaliber, bis nach mehreren Verbesserungen dieser Waffe zuerst ein großkalibriges und binnen Jahresfrist an dessen Stelle ein kleinkalibriges Magazingewehr zur Annahme gelangte. Dasselbe entspricht gegenwärtig noch allen Anforderungen und hat sich auch für die Verwendung des rauchschwachen Pulvers geeignet erwiesen. Doch lassen sich bereits Stimmen vernehmen, welche die Einführung eines Gewehres von noch kleinerem Kaliber fordern.

Digitized by

Es war auffallend, daß, als die Einführung eines Magazingewehrs in Aussicht war, die Furcht vor einer etwaigen Munitionsverschwendung nur wenig zur Sprache kam. Um so lebhafter wird aber nun, da das Gewehr bereits seit Jahren im Gebrauch ist, diese Frage erörtert, und es scheint diese Besorgniß auch in höheren Kreisen vorzuherrschen. „Die Feuerdisziplin", so konnte man in als wohl inspirirt geltenden Organen lesen, „mag im Frieden noch so sorgfältig geschult werden, so wird der natürliche Selbsterhaltungstrieb selbst die tapferste Truppe unter der schrecklichen Wirkung des niederprasselnden feindlichen Kugelregens stutzig machen. In der Aufregung des Kampfes wird der Soldat seine Nervosität durch ein ununterbrochenes, ungezieltes, sinnloses Schnellfeuer zu betäuben suchen. So werthvoll taktisch die Packetladung zu fünf Patronen in jedem Magazin (Rahmen) ist, so ist durch dieselbe doch die Gefahr der Munitionsvergeudung in bedenkliche Nähe gerückt." — Und weiter wird bemerkt, wie „die Eventualität, daß eine Truppe gerade im kritischsten Augenblicke des Gefechtes sich gänzlich verschossen hat, eine sehr ernste" und es darum nöthig sei, „auf Mittel zu sinnen, um ihr vorzubeugen".

Das ist wohl eine in sehr düsteren Farben gehaltene Darstellung, aber man muß, um gerecht zu sein, zugestehen, daß diese Besorgniß in Oesterreich-Ungarn nicht ganz unbegründet erscheint. Unter den Nationalitäten, aus welchen sich die Wehrmacht des Reiches ergänzt, befinden sich allerdings einige, welche als wirkliche „Schützenvölker" bezeichnet werden dürfen. Diesen braucht die Feuerdisziplin nicht erst bei der Truppe angewöhnt zu werden. Sie ist ihnen sozusagen angeboren. Die Leute sind gewohnt, nicht zu schießen, wenn sie nicht die Gewißheit haben, zu treffen, und sie sind z. B. bei Manövern oft nur schwer dazu zu bringen, ein lebhaftes Feuer abzugeben, weil nach ihrer Meinung der Gegner zu entfernt oder nicht genügend sichtbar ist. Hierher gehören in erster Linie die Tiroler und die meisten Alpenbewohner, ebenso die Ruthenen und Rumänen aus den nördlichen und östlichen Karpathen, dann die slavischen Dalmatiner und ein großer Theil der Bewohner von Böhmen und Mähren (namentlich jene aus den Gebirgen und den das Schießwesen seit jeher mit Eifer betreibenden Städten).

Dagegen sind die Bewohner jener Länder, die als die Heimath der „Reitervölker" bekannt sind, trotz aller Schulung nur schwer

Digitized by Google

an eine tüchtige Feuerdisziplin, genaues Zielen und ruhige Feuerabgabe zu gewöhnen. Wohl ist seit 1866 bei den Truppen, die sich aus diesen Gegenden ergänzen, sehr viel gebessert worden, und man findet bei ihnen viele gute Schützen. Aber dennoch ist es nicht ausgeschlossen, daß ungarische und galizische Soldaten im Ernstfalle das heftige feindliche Feuer nicht durch die Abgabe wohlgezielter Schüsse, sondern durch übereiltes ungezieltes Schnellfeuer erwidern oder wohl gar mit Bajonett und Kolben auf den Gegner losgehen würden. In den Schlachten des österreichischen Erbfolgekrieges kam es wiederholt vor, daß die ungarischen Infanteristen die Gewehre überhängten und sich mit ihren kurzen Säbeln dem Feinde entgegenwarfen. Und 1866 war es die Folge der „Stoßtaktik", daß auch andere als die ungarischen Truppen durch das gegnerische Schnellfeuer, das sie im gleichen Maße nicht erwidern konnten, erschüttert oder durch einen verzweifelten Bajonettangriff nahezu vernichtet wurden. Allerdings hat der bosnische Feldzug 1878 gezeigt, daß auch bei den ungarischen Regimentern sich ein größeres Vertrauen in die Schußwaffe eingebürgert hat.

Eben darum wurde in jüngster Zeit die Erfindung des österreichischen Pionierhauptmanns Predragovics mit Wärme begrüßt und zur Anwendung empfohlen. Diese Erfindung besteht einfach darin, daß der gedachte Offizier (nach einer Mittheilung des „Armeeblatt") der Munitionsverschwendung durch eine Aenderung der Ladeweise vorbeugen will, welche Aenderung durch eine unwesentliche und bei der Truppe zu bewirkende Aenderung am Magazinhalter ermöglicht werden soll, die übrige Einrichtung des Gewehrs jedoch nicht berührt. Die Patronen sind in Packeten zu je fünf Stück verpackt, jedoch leicht „einzeln trennbar". Der Mann ladet vorerst ein Packet in das Magazin, das sich automatisch schließt, trennt hierauf ein Packet, entnimmt demselben eine Patrone und ladet dieselbe. Dies soll jedoch nur beim ersten Laden geschehen. Soll das Feuer langsam eröffnet und weiter geführt werden, so ergänzt der Mann die verschossenen Patronen einzeln, wie bei dem gewöhnlichen Einzellader. Wird die Abgabe eines Schnellfeuers nothwendig, so wird von allen Leuten auf das gegebene Kommando durch einen Druck auf das Magazin der Repetirmechanismus geöffnet und so lange gefeuert, bis (nachdem das Packet verfeuert) der Mechanismus das Feuer

Digitized by Google

automatiſch einſtellt. Dies geſchieht immer nach dem Laden des Gewehrs mit einem neuen Packet. So kann man jederzeit, ſobald ein entſprechendes Ziel ſichtbar wird, raſch hintereinander eine volle Lage Patronen verfeuern und hat dabei die Garantie, daß nach Abgabe dieſer Lage ſelbſt im Schnellfeuer automatiſch die Einſtellung des Feuers eintritt, welche Pauſe dem Offizier die Erhaltung der Feuerdisziplin erleichtert. Soll das Schnellfeuer fortgeſetzt werden, ſo bedarf es nur eines Druckes auf das Magazin, um den Repetirmechanismus wieder zu öffnen. Erfordert die Gefechtslage jedoch kein Repetirfeuer mehr, ſo läßt der Offizier das Magazin geſchloſſen. — Wir haben es alſo hier mit einem Repetirgewehr zu thun, das zugleich als Einzellader dient. Die Idee iſt bekanntlich nicht neu, und es mag nur die herzuſtellende Sperrvorrichtung von den bisherigen Methoden abweichen. Bemerkenswerth iſt nur, daß zu gleicher Zeit fünf oder ſechs ähnliche Projekte aufgetaucht ſind. Ein Beweis, daß man auf die Sache ein großes Gewicht legt.

Wird aber durch eine ſolche Vorrichtung der Munitionsverſchwendung auch wirklich und ſicher geſteuert werden, und iſt die Garantie, daß das Schnellfeuer nach jedem verfeuerten Packet ohne Kommando des Offiziers nicht weiter fortgeſetzt wird, thatſächlich vorhanden? Wenn die Feuerdisziplin nicht ohnedem eine vorzügliche iſt, wird es nicht der Fall ſein. Im Gegentheil werden die Leute glauben, daß, ſobald Schnellfeuer kommandirt wird, das Packet auch verfeuert werden *muß*. Sie werden, wenn auch das angedeutete Ziel ſchon nach dem zweiten Schuß verſchwindet, die drei anderen Schüſſe abgeben. Das iſt ſchon, ſobald es ſich mehrmals wiederholt, eine bedeutende Munitionsverſchwendung. Und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die Leute das Kommando des Offiziers mißverſtehen oder gar nicht abwarten, ſondern auf die erſte Silbe ſich im Glauben, daß das Feuer fortgeſetzt wird, beeilen, ein neues Packet zu laden und weiter zu feuern.

Es fragt ſich aber, ob die Gefahr der Munitionsverſchwendung bei den ſchnellfeuernden Gewehren wirklich eine ſo eminente iſt, ſo daß der bedeutende Patronenvorrath, den jeder Mann mit ſich führt, die Truppe nicht von der Gefahr befreit, ſich in den kritiſchſten Momenten ohne Munition zu ſehen, weil ſie ſich trotz

Digitized by Google

ihrer bei früheren Gelegenheiten bewährten Feuerdisziplin verschossen hat? Es ist zu allen Zeiten vorgekommen, daß Truppen die letzte Patrone verschossen haben. Es ist solches bei Truppen, von denen kein Schuß ohne Kommando abgegeben wurde, bei Gewehren jeglicher Gattung und ganz besonders damals geschehen, als die Munitionsausrüstung des Mannes sehr spärlich bemessen war. Und es ist nicht so paradox, als es klingt, wenn man behauptet, daß, je schneller man mit einem Gewehr feuern (und je größer seine Trefffähigkeit, sowie die Tragweite und Perkussionskraft seiner Geschosse ist), die Gefahr einer Munitionsverschwendung geringer als bei minderwerthigen Gewehren, d. h. bei Gewehren ist, welche nur ein langsames Feuer gestatten. Natürlich ist dieses auf Truppen nicht anwendbar, welche im Gebrauche des Gewehrs gänzlich ungeübt sind oder gar keine Feuerdisziplin besitzen. Ja, es mag die Verminderung der Munitionsverschwendungsgefahr bei den Repetirgewehren gegenüber den Einzelladern noch bedeutender sein als bei den ersten Hinterladern gegenüber den Vorderladern oder in irgend einer früheren Epoche.

Zur Zeit der Musketiere, da der Mann mit nur zwölf Schuß ausgerüstet war, war natürlich dieser geringe Vorrath bald verschossen, obwohl das Laden sehr lange dauerte und der Soldat, weil er wußte, daß er nicht so schnell zu einem zweiten Schuß kommen würde, denselben nur abgab, wenn sich ihm eine günstige Gelegenheit bot. Die nun folgenden Flinten mit ihren Schnapphahnschlössern ließen allerdings ein etwas schnelleres Feuer zu, aber der Unterschied war nicht bedeutend.

Flemming sagt in seinem „Der vollkommene deutsche Soldat", daß die Muskete mehrfache Vortheile besessen habe, da sie länger und von größerem Kaliber gewesen, überdies aber immer losgegangen sei, da die Lunte „alleweil gezündet" habe, wogegen bei der Flinte viele Versager vorkämen, weil der Stein keinen Funken schlage u. s. w. Die Muskete ermöglichte also ein wirksameres, wenn auch etwas langsameres Feuer. Zudem war in der ersten Zeit die von dem Manne mitgeführte Schußzahl nicht viel größer, und dürfte daher von einer Munitionsverschwendung auch zu dieser Zeit nicht zu reden sein. Erst mit der Einführung der Papierpatronen änderte sich die Sachlage, indem der Soldat nunmehr eine größere Schußzahl, 30—40 Patronen, mit sich führen

Digitized by

konnte und auch das Laden etwas vereinfacht wurde. Doch erforderte dasselbe noch immer eine geraume Zeit, da es bei den verschiedenen Armeen 40—64 Tempo erforderte, bis der Schuß abgegeben werden konnte. Von einem Schnellfeuer nach unseren Begriffen konnte da keine Rede sein, daher auch von keiner Munitionsverschwendung, obgleich die Fälle, daß die Soldaten alle Patronen verfeuerten und auch die Munition der Gefallenen benutzt wurde, ziemlich häufig vorkamen. Dazu war die Trefffähigkeit der Gewehre sehr gering. Das Wort des Marschalls von Sachsen von dem Gewichte der auf einen getroffenen Mann kommenden verschossenen Kugeln entsprach dem wirklichen Verhältniß kaum annähernd. Es wurde noch mehr verschossen.

Und wenn, wie z. B. 1734 in der Schlacht bei Parma, in welcher häufig auf sehr nahe Entfernungen gefeuert wurde, der Verlust ungeheuer war, so vertheilte sich dieser Verlust auf einen länger als zehn Stunden währenden und wiederholt zum Handgemenge führenden Kampf, und es war auch in anderen Schlachten etwas Gewöhnliches, daß die Truppen Stunden lang einander im Feuer gegenüberstanden und trotz des durch Letzteres herbeigeführten Verlustes endlich nur ein Bajonettangriff den Ausschlag gab. Das Gewehrfeuer jener Zeit führte selten eine Entscheidung herbei, und wenn man dies berücksichtigt, dürfen selbst die treffenden Schüsse als nutzlos — also als verschwendet betrachtet werden. Eine tüchtige Truppe konnte durch das feindliche Feuer nach mehreren Stunden wohl dezimirt, aber nicht erschüttert werden, während sie durch einen vielleicht weit geringeren, aber ihr in kurzer Zeit durch das wirksame feindliche Schnellfeuer beigefügten Verlust zur Umkehr gezwungen worden wäre. Die Einführung der eisernen Ladestöcke (später die cylindrische Gestaltung derselben sowie der trichterförmigen Zündlöcher) war der beste Beweis.

Die österreichischen unter Eugen sich für unüberwindlich haltenden Regimenter, die auch in den letzten unglücklichen Kriegen so oft ihre Tapferkeit und zähe Ausdauer bewährt hatten, konnten gleichwohl dem sie überraschenden preußischen Schnellfener nicht widerstehen. Wohl hatten sich bei Mollwitz auch viele preußische Bataillone ganz verschossen (was übrigens bei der geringen Munitionsausrüstung — 30 Patronen — nicht überraschen kann), aber es wurde ein großer Erfolg erzielt, und somit bestand keine Munitionsverschwendung. Auch in den späteren Schlachten der

Digitized by Google

ſchleſiſchen Kriege konnte dieſelbe Erſcheinung beobachtet werden. Freilich war bei den zum größten Theile neuformirten öſterreichiſchen Truppen und im ſiebenjährigen Kriege bei den Franzoſen keine ſolche Feuerdisziplin wie bei den auch im Frieden fortwährend tüchtig geſchulten Preußen.

Eine ganz beſondere Munitionsverſchwendung war aber im vorigen Jahrhundert bei der Vertheidigung der Feſtungen üblich, indem die im bedeckten Wege poſtirte Infanterie „zur Störung der feindlichen Angriffsarbeiten bei Nachtzeit ein langſam, aber ununterbrochen genährtes Feuer zu unterhalten hatte", wobei für jeden Mann bis 100 Schuß gerechnet wurden. Da dieſes Feuer auch in finſterer Nacht und in den Momenten, wo keine Leuchtkörper geworfen wurden, unterhalten und zudem die ſchlechteſten Gewehre für den Feſtungsdienſt beſtimmt wurden, ſo kann man leicht die geringe Wirkung dieſes „langſamen Feuers" und die Größe der daraus erwachſenden Munitionsverſchwendung ermeſſen. Es iſt auch kein Beiſpiel bekannt, daß die feindlichen Arbeiten hierdurch erheblich verzögert worden wären. Weit wirkſamer wäre es geweſen, wenn zeitweilig kurz nach dem Niederfallen eines Leuchtkörpers nach jenen Stellen, wo man etwas vom Feinde bemerkt hatte, raſch hintereinander einige Salven abgegeben worden wären.

Auch in der folgenden Zeit und in den franzöſiſchen Kriegen fanden langandauernde Feuergefechte ſtatt, bei denen große Munitionsmengen mit verhältnißmäßig geringer Wirkung verſchoſſen, alſo — verſchwendet wurden. Die mehr und mehr ſich verbreitende zerſtreute Fechtart begünſtigte noch die Munitionsvergeudung, da wenigſtens anfänglich der Mann in Bezug auf das Feuer ſich ganz überlaſſen blieb und darum ſo ſchnell lud, als es die Einrichtung ſeines Gewehrs geſtattete. Eine Ausnahme hiervon machten in Oeſterreich nur die damaligen Jäger und die Scharfſchützen der Grenzregimenter. Die Betheiligung mit dem Stutzen galt als eine Auszeichnung, welche nur den beſten Schützen zuerkannt wurde. Der Schütze, welcher mit dieſem „Stutzen" das Ziel nicht leicht verfehlte (natürlich nur auf nahe Entfernungen), wußte, daß das Laden ſeines Gewehrs geraume Zeit erforderte, und er gab daher gleich den alten Musketieren ſeinen Schuß nur

Digitized

bei günstiger Gelegenheit ab. Die elende Beschaffenheit der bei den meisten Armeen üblichen (glatten) Gewehre verminderte übrigens die Wirkung auch des gezielten Feuers, mochte dasselbe nun einzeln oder in Salven abgegeben werden, außerordentlich und war somit eine weitere Ursache des großen und — erfolglosen Munitionsverbrauches bei diesen verhältnißmäßig nicht schnell feuernden Gewehren.

Freilich darf der große Munitionsverbrauch, welcher nach den Gefechten ermittelt zu werden pflegte, nicht auf die alleinige Rechnung des maßlosen Schießens gesetzt werden. Es gab noch andere Ursachen! Namentlich beim Tirailliren verloren die Leute aus ihren großen, mangelhaft oder gar nicht geschlossenen Patrontaschen oft viele Patronen. Bei Regen und in feuchten Unterkünften wird das Pulver in den Papierpatronen sehr bald verdorben. Die Munition der österreichischen Truppen, welche 1799 unter fortwährendem Regen durch Tirol nach Italien marschirt waren, hatte in solchem Grade gelitten, daß sich kaum der zehnte Theil der Patronen brauchbar erwies. Auch wurde das Papier oft durchgerieben, so daß Pulver herausfiel und die Patrone nicht mehr gebraucht werden konnte. Endlich mag auch damals eine während des amerikanischen Bürgerkrieges häufig gemachte Vorkommenheit (die eben nur bei Vorderladern möglich ist), daß nämlich die Leute auf einen nicht losgegangenen Schuß noch mehrere Patronen luden, mitgewirkt haben, oder es luden die Leute absichtlich und in der Meinung, dadurch dem Feinde mehr zu schaden, gleich anfänglich zwei Kugeln auf einmal.

Die folgenden Verbesserungen an den Gewehren trugen wenig zum schnelleren Laden bei, ja dieses wurde durch die Einführung der Perkussionszündung (namentlich der Kapselzündung) erheblich verlangsamt. Die verschiedenen in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts erfundenen Hinterladungsgewehre (selbst das System Robert) betrachtete man wenn nicht als Spielerei, so doch zum Kriegsgebrauche als nicht geeignet, und man gab bei der steigenden Anwendung der gezogenen Gewehre der Delvigneschen Spitzkugelbüchse und später dem System Minié den Vorzug, obwohl zu dieser Zeit das Zündnadelgewehr in Preußen bereits zur Geltung gelangt war. Das erste Auftreten der letzteren Waffe hätte deren Verwendbarkeit darthun und zugleich darüber belehren können, daß bei einer einigermaßen zweckmäßigen Verwendung derselben von

Digitized by Google

einer Munitionsverschwendung keine Rede sein konnte. Wie gering war namentlich der Munitionsverbrauch der preußischen Infanterie bei der Dämpfung des Dresdener Maiaufstandes im Vergleiche zu der bei den in anderen Städten stattgefundenen Straßenkämpfen verbrauchten Gewehrmunition! Doch auch bei der Artillerie kam in den Jahren 1848 und 1849 an manchen Orten ein an Verschwendung grenzender Munitionsverbrauch vor, so namentlich bei den Ungarn und bei den Vertheidigern Venedigs, wo oft auf einzelne sich zeigende Gegner mehrere Schüsse aus einem schweren Geschütz, das doch nicht so rasch geladen werden konnte, abgefeuert wurden. Die zur Beschießung von Wien (1848) eigens ausgerüstete achtzehnpfündige Feldbatterie verschoß binnen etwa anderthalb Stunden acht volle Munitionswagen, also 448 Schuß. Und die Bedienung wurde noch dadurch erschwert, daß die Batterie in einem frisch umgearbeiteten Gemüsegarten stand, so daß diese schweren Geschütze nach dem Schuß nur mit äußerster Mühe eingeführt werden konnten. Indessen galt es, die Aufständischen einzuschüchtern und die von ihnen errichteten Schutzwehren gründlich zu zerstören. Da diese Absicht erreicht wurde, konnte man nicht wohl den Vorwurf der Munitionsverschwendung erheben, obgleich es wahrscheinlich ist, daß einige rasch hintereinander abgegebene Lagen einer günstig postirten leichteren Batterie das gleiche Resultat erzielt hätten.

Die bei den meisten Armeen erfolgte Einführung der gezogenen Gewehre mit Kapselzündung war in Bezug auf die Feuergeschwindigkeit — wie schon früher angedeutet — als ein Rückschritt zu betrachten. Gleichwohl wurden in vielen Fällen übergroße Munitionsmengen verschossen, ohne einen großen Erfolg zu erreichen. Die Truppen standen einander im langandauernden Feuergefecht gegenüber und erlitten schwere Verluste, aber eine rasche Entscheidung erfolgte nicht oder konnte nur durch einen Bajonettangriff herbeigeführt werden. So war es theilweise schon im Krimkriege, in höherem Grade im italienischen Kriege 1859, wo der Hinweis Napoleons III. auf die österreichischen Präzisionsgewehre eigentlich eine bedeutungslose Phrase war, und ganz besonders im amerikanischen Bürgerkriege sowie 1866 in Italien. In der Schlacht bei Custozza hatten sich manche Regimenter gänzlich verschossen, und die Soldaten eines meist aus Rumänen bestehenden Regiments bewarfen, weil sie keine Patronen mehr hatten, die anrückenden Italiener mit Steinen!

Digitized

Eben in dem amerikaniſchen Kriege waren aber auf beiden Seiten einige Abtheilungen in der letzten Zeit bereits mit Repetirgewehren (Spencer und Henry-Martiny) ausgerüſtet. Die Wirkung des Feuers dieſer Truppen war eine gewaltige und pflegte in den meiſten Fällen auf dem betreffenden Punkte binnen kürzeſter Friſt die Entſcheidung herbeizuführen. Der Munitionsverbrauch war gewöhnlich mäßig, und wenn das Gegentheil ſtattfand, trug nur der Mangel einer Feuerdisziplin die Schuld.

Der Krieg zwiſchen Preußen und Oeſterreich und deren Verbündeten im Jahre 1866 brachte das Zündnadelgewehr, alſo den ſchnellfeuernden Hinterlader zur vollen Geltung. Der Munitionsverbrauch der Preußen war bekanntlich im Durchſchnitt ein mäßiger, bei den mit Vorderladern bewaffneten Süddeutſchen oft ſehr bedeutend, und es war nur der bei der öſterreichiſchen Nordarmee beſtehenden Taktik beizumeſſen, daß er bei vielen Abtheilungen äußerſt gering war. Gab es ja doch Jägerbataillone, welche während des Gefechtes immer nur in Kolonne formirt waren und per Mann nur zwei bis drei Schuß abgegeben hatten!

Nun beeilte man ſich in allen Staaten, die Truppen mit Hinterladergewehren auszurüſten und ſich alle ſeither auf dieſem Gebiete gemachten Verbeſſerungen nutzbar zn machen. Es iſt jedoch merkwürdig, daß man, da es ſich ja doch um eine vollſtändige Neubewaffnung handelte und man die Wahl unter den verſchiedenſten Syſtemen hatte, damals nicht, obgleich es von Manchen vorgeſchlagen wurde, gleich zum Magazingewehr griff, ſondern ſich mit demjenigen Einzellader, den man für den beſten hielt, begnügte. Freilich waren die damals bekannten Repetirgewehre noch ziemlich mangelhaft, und es beſtanden Zweifel, ob eine Vervollkommnung möglich ſei. Weit mehr wirkte in den meiſten Armeen die Furcht vor der Gefahr einer Munitionsverſchwendung ein. Man beſorgte die Möglichkeit der Letzteren ſchon bei dem einfachen Hinterlader und wollte ſich nicht einer für unvermeidlich gehaltenen Gefahr von der furchtbarſten Ausdehnung ausſetzen. So kam der deutſch-franzöſiſche Krieg.

Bei den Franzoſen wurden ungeheuere Munitionsmengen verbraucht, da auch die ſonſt gut geſchulten „kaiſerlichen“ Truppen das Feuer auf übergroße Entfernungen eröffneten und, beſonders

Digitized by Google

wenn sie sich in der Minderzahl befanden oder es zu sein glaubten, durch möglichst schnelles Feuer das Gleichgewicht herzustellen suchten. In noch höherem Grade war solches später bei den neuformirten regulären Truppen, von den irregulären Formationen gar nicht zu reden, der Fall. Das kann bei jungen Truppen, denen es an der nöthigen Zahl tüchtiger Offiziere gebricht, nicht überraschen, und es wäre sehr unrecht, wollte man aus derartigen Fällen den Schluß ziehen, daß mit der Verwendung schnellfeuernder Gewehre (einige Systeme der bei den Franzosen im Gebrauch befindlichen Gewehre gestatteten bekanntlich ein schnelleres Feuer als die damaligen deutschen Gewehre) eine Munitionsvergeudung unvermeidlich sei. Daß es vorkam, daß auch deutsche Truppen sich verschossen, ist leicht erklärlich. Man denke an die zahlreichen, oft lange währenden und sich rasch folgenden Gefechte und Schlachten, nach denen der nothwendige Munitionsersatz nicht immer rechtzeitig beschafft werden konnte, so daß der Soldat mit einer geringen Patronenzahl an einem abermaligen Kampfe theilnehmen mußte.

Der nun folgende russisch-türkische Krieg bot Erscheinungen, die wohl schwerlich sich wiederholen dürften. Die Mittheilungen über den Munitionsverbrauch auf russischer Seite sind spärlich und gestatten daher kein entscheidendes Urtheil. Zudem waren die russischen Truppen mit Gewehren verschiedenen Systems ausgerüstet. Das Gleiche war bei den Türken der Fall, und hier waren auch Repetirgewehre zahlreich vertreten. Der Munitionsverbrauch war aber auf türkischer Seite, namentlich in Plewna ein unerhörter. Soll man doch neben manchem gefallenen türkischen Soldaten 500 Patronenhülsen gefunden haben. Es war aber ein Kampf in einer Position, und bis zum Ende hatte der Ersatz der Munition aus den vorhandenen überreichlichen Vorräthen keine Schwierigkeit, und es ist darum fraglich, ob dieser große Verbrauch als Verschwendung bezeichnet werden kann, zumal das vorgesteckte Ziel erreicht wurde, wenn auch angenommen werden muß, daß eine weit geringere Zahl von Schüssen bei gezieltem Feuer den gleichen Erfolg gehabt hätte.

Der Munitionsverbrauch im bosnischen Okkupationsfeldzuge war, wie schon bemerkt, auf österreichischer Seite verhältnißmäßig nicht übergroß, obwohl es oft vieler Schüsse bedurfte, um einzelne Gegner hinter ihren fast unzugänglichen Verstecken unschädlich zu machen. Die Gegner waren mit keinem Gepäck belastet, hatten

Digitized by Google

die genaue Kenntniß der Gegend sowie die heimliche und offene Unterstützung der Bevölkerung für sich und tauchten ganz unvermuthet dort auf, wo man sie am wenigsten vermuthete. Da war kein Salven- und Schnellfeuer, sondern ein gut dirigirtes und wohl gezieltes Feuer am Platze. In dem späteren Aufstande in der Crivoscie wurden die Truppen, da ihr Feuer gegen die auf der Höhe befindlichen Feinde wirkungslos war, wiederholt durch das Geschütz- und Mitrailleusenfeuer der Kriegsschiffe unterstützt, wobei zwar viel Munition verschossen, aber auch ein genügender Erfolg erzielt wurde.

Die von Vielen geforderte Einführung der Repetirgewehre konnte nicht länger von den dagegen Widerstrebenden gehindert werden, und sie ist auch dort, wo sie noch nicht erfolgt ist, unausbleiblich. Diese Gewehre haben in ihrer jetzigen vervollkommneten Gestalt auch bereits im Ernstfalle — nämlich im chilenischen Bürgerkriege — Verwendung gefunden. Sie haben diese Probe glänzend bestanden. Wohl liegen keine detaillirten Angaben über den Munitionsverbrauch vor, aber derselbe scheint nicht bedeutend gewesen zu sein, da berichtet wurde, daß jene Truppen des Gegners, die dem Feuer der Magazingewehre durch ganz kurze Zeit ausgesetzt waren, furchtbare Verluste erlitten hatten und nicht wieder vorwärts zu bringen waren. Es ist nicht anzunehmen, daß die Sieger, sobald ihre Gegner verschwunden waren, das Feuer noch länger fortgesetzt haben sollten.

Daß die Gefahr der Munitionsverschwendung bei dem Gebrauche schnellfeuernder Gewehre keine so große ist, wie befürchtet wurde und noch wird, sondern daß im Gegentheile der Munitionsverbrauch häufig ein geringerer als bei Gewehren, die nur ein minder rasches Feuer ermöglichen, ist, wird nicht nur durch zahlreiche Beispiele bewiesen, sondern ist auch eine durch die Leistungsfähigkeit dieser Waffen begründete und leicht begreifliche Sache.

Je mehr Zeit das Laden eines Gewehrs erfordert und je geringer die Treffsicherheit desselben, sowie die Perkussionskraft seiner Geschosse ist, desto eher ist ein langes Ausharren beider Theile im gegenseitigen Feuer möglich. Die Verluste können ebenso groß wie bei Schnellladern sein, ja dieselben noch übertreffen und sämmtliche Truppen in gleichem Maße berühren, aber

Digitized by Google

sie vertheilen sich auf einen mehr oder minder langen Zeitraum und können die Truppen wohl dezimiren, aber keine momentane Entscheidung bringen. — Dagegen wird das Schnellfeuer, je lebhafter es ist, geradezu und in der kürzesten Zeit vernichtend wirken. Ein langes Aushalten im Feuer ist da nicht möglich, sondern es wird sich der eine oder andere Theil demselben zu entziehen suchen, — vorausgesetzt, daß es nicht an jeder Feuerdisziplin mangelt und daß nur einigermaßen gezielt und nicht „sinnlos darauf losgeschossen wird". Die Fortsetzung des Schnellfeuers auf den verschwundenen oder außer der wirksamen Schußweite gelangten Gegner sowie die Eröffnung eines lebhaften Feuers auf übergroße Entfernungen muß bei einer nur einigermaßen ausgebildeten Truppe als ausgeschlossen gelten.

Dann haben die Geschosse der jetzigen kleinkalibrigen Repetirgewehre eine Perkussionskraft, wie sie kein Gewehr früherer Zeit besessen hat. Abgesehen von der größeren Trefffähigkeit und Tragweite ist auch die Flugbahn eine weit rasantere, und es werden sich demnach die Treffer mehren und größere Wirkung haben, daher die Entscheidung um so rascher erfolgen muß. Auch der moralische Einfluß, den der große Verlust einzelner Truppen üben muß, ist nicht zu unterschätzen, da andere noch nicht ins Gefecht gekommene Truppen, wenn auch nicht versagen, so doch von den höheren Führern in Berücksichtigung der bereits erlittenen Verluste nicht mehr voll eingesetzt werden dürften, was für beide Theile eine Abkürzung des Gefechts und mithin einen verminderten Munitionsaufwand bedeutet.

Die Papierpatrone ist durch die Patrone mit Metallhülse verdrängt worden. Auch hierdurch wird eine Verminderung des nach der ersten Ausrüstung nöthig werdenden Munitionsbedarfes herbeigeführt. Die Metallhülse schützt vor Feuchtigkeit und kann nicht durchgerieben werden, daher unbrauchbar gewordene Patronen nur äußerst selten vorkommen werden. Weiter sind diese Patronen besser als früher verpackt, und auch die Patrontaschen sind zweckmäßiger eingerichtet, so daß das Verlieren der Patronen nicht leicht vorkommen kann. Der Soldat ist also bis zum ersten Gefecht im Besitz seiner vollen anfänglichen Patronenzahl und kann jedes Stück derselben benutzen. Da nun sein Vorrath bedeutend größer ist, als er es in früherer Zeit sein konnte, so ist es nicht wahrscheinlich, daß derselbe an einem Schlachttage ver-

Digitized by Google

ſchoſſen wird und auch die von dem Bataillon mitgeführte Patronenreſerve angegriffen werden muß. Die Organiſation und Vertheilung der Munitionskolonnen iſt aber in allen Armeen ſo beſchaffen, daß der rechtzeitige Erſatz nur unter beſonders ungünſtigen Verhältniſſen nicht möglich ſein wird.

Ein großer Munitionsverbrauch iſt nicht immer gleichbedeutend mit Munitionsverſchwendung. Letztere beſteht nur dann, wenn die Schüſſe nutz- und zwecklos verknallt werden. Sonſt aber möge man ſich daran erinnern, daß man überhaupt, beſonders aber im Kriege, um Großes zu erreichen, auch mit den Mitteln nicht ſparen darf. Sollte es dann auch geſchehen, daß ſich eine Truppe gänzlich verſchießt und kein Munitionserſatz rechtzeitig beſchafft werden kann, ſo iſt es eben einer jener Fälle, die ſich trotz aller Vorſicht ereignen können und deren Eintritt nicht aus der Faſſung bringen darf. Doch werden ſolche Fälle ſich ungleich ſeltener als früher ereignen.

Demungeachtet ſind Vorkehrungen, wie die im Eingange erwähnten, zur Hintanhaltung eines eigenmächtig von der Mannſchaft begonnenen oder fortgeſetzten Schnellfeuers nicht zu verwerfen. Die beſte Sicherung aber werden immer die zweckentſprechende Feuerleitung durch die Offiziere und eine einigermaßen gute Schulung der Mannſchaft ſein, worauf nicht eifrig und ſtrenge genug geachtet werden kann.

Anders verhält es ſich mit dem übergroßen Munitionsverbrauch der Artillerie, bei welcher wir das Wort Munitionsverſchwendung nur in Ausnahmefällen für zuläſſig halten können. Letztere wurde früher bei mehr als einer Artillerie dadurch herbeigeführt, daß man den Verluſt von Geſchützen um jeden Preis vermeiden zu müſſen glaubte. Seitdem man aber zu der Erkenntniß gelangt iſt, daß der Verluſt eines Geſchützes oder einer Batterie, wenn nur die Artilleriſten ihre volle Schuldigkeit gethan haben, weder ein Unglück und noch weniger eine Schande iſt, wird die Artillerie bis zum letzten Momente mit Ruhe und Sicherheit ihre Schüſſe abgeben, nicht aber durch übereiltes Feuer den Moment herbeiführen, wo ſie „wegen Munitionsmangels“ aus der Schlachtlinie gezogen werden kann.

Digitized by Google

Der Munitionsverbrauch der Artillerie wird darum oft für zu hoch befunden, weil ihre Munition sehr kostspielig ist. Ja, es hat vielleicht schon Manche gegeben, welche in der zum Einschießen erforderlichen Munition eine bedauerliche Verschwendung erblickten, obgleich nur hierdurch ungezählte spätere Fehlschüsse vermieden werden können! Wenn bei den glatten Geschützen (zuweilen!) schon die ersten Schüsse trafen, so waren es einfach Zufallstreffer, die ja jetzt auch vorkommen können. Dadurch, daß die Feuerleitung ganz in die Hände der Offiziere gelegt worden ist, wurde der willkürlichen Abgabe der Schüsse durch die Unteroffiziere und Mannschaft und somit der Gefahr einer wirklichen Munitionsverschwendung gründlich vorgebeugt. Dieses wurde auch in Oesterreich erkannt, und schon in früher Zeit wurden die Batteriekommandanten ermahnt, das Kommando „Vormeister Feuer!", wo die Vormeister (Kanonier Nr. 3) nach Belieben schossen, nur im Falle der äußersten Noth zu ertheilen.

Der Munitionsersatz wird bei der Artillerie in den meisten Fällen noch leichter als bei der Infanterie zu bewirken sein, und zudem befindet sich eine Batterie, welche keine Munition mehr besitzt, in keiner so üblen Lage wie die Infanterie, die sich verschossen hat. Sie kann sich, wenn nicht Pferde und Mannschaft außer Gefecht gesetzt und Geschütze und Fuhrwerke zerschossen sind, durch rasches Abfahren retten, was der Infanterie nicht möglich ist. Der große Munitionsverbrauch hat also bei der Artillerie nicht jene Bedeutung, die eine thatsächliche Munitionsvergeudung bei der Infanterie erlangen kann. Die Furcht vor dieser Gefahr scheint aber jetzt ebenso wie in früherer Zeit übertrieben zu sein, indem man nur „den »Selbsterhaltungstrieb«, der den Soldaten zum übereilten und sinnlosen Schießen verleitet", nicht aber den mächtigen Einfluß der Disziplin und der dieselbe überwachenden Offiziere sowie des die Besonnenheit bewahrenden Theiles der Mannschaft berücksichtigt.

A. Dittrich, k. k. Landwehrhauptmann.

Digitized by Google

X.

Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve.

Von

E. Brkinghaus,

Lehrer an der Königlichen Baugewerkſchule in Königsberg i. Pr.

[Fortſetzung.]

XIX. Vergleichung der Theorie mit den Schießreſultaten Kruppſcher Kanonen.

In einigen der vorhergegangenen Beiſpiele haben wir eine Anfangsgeſchwindigkeit von 640 m zu Grunde gelegt. Dieſe war nicht willkürlich gewählt, vielmehr einem beſtimmten Falle entlehnt, auf den wir uns jetzt etwas ausführlicher beziehen werden.

Im Juli d. J. (1893) brachten verſchiedene Tagesblätter nähere Mittheilungen über den Krupp-Pavillon von der Columbia-Weltausſtellung in Chicago. Unter den daſelbſt ausgeſtellten Geſchützen erregten beſonders zwei Kanonen, eine 42 und eine 24 cm Küſtenkanone, ganz beſonderes Intereſſe. Letztere hat eine Rohrlänge von 9,6 m und wiegt mit Verſchluß 31 000 kg. Die Laffete geſtattet eine Erhöhung von 44° und eine Senkung von 4°. Mit einem Geſchoß von 215 kg und einer Pulverladung von 115 kg wurde eine Anfangsgeſchwindigkeit von 640 m und dabei mit der Maximalerhöhung von 44° auf dem Schießplatze in Meppen eine Schußweite von 20 000 m erzielt. Die Flugbahn des Geſchoſſes erreichte hierbei eine Scheitelhöhe von 6540 m, die Flugzeit dauerte 70,2 Sekunden. Dies iſt die größte Schußweite, welche von irgend einem bis jetzt exiſtirenden Geſchütz bei derartigem Geſchoßgewicht thatſächlich erreicht wurde. Man könnte mit der Kanone von Pré St. Didier in Piemont aus ein Geſchoß weit über den Montblanc (4810 m) bis etwa Chamounix hinausſchleudern. Der Schuß wurde am 28. April 1892 in Gegenwart

Digitized by Google

Sr. Majestät des Deutschen Kaisers auf dem Kruppschen Schießplatz bei Meppen geschossen.

Diese vorläufigen Mittheilungen waren uns sehr willkommen, indem die Zahlenangaben über die Anfangsgeschwindigkeit, Erhöhung, Wurfweite und Wurfzeit vollständig genügten, um sie einer Berechnung und Vergleichung mit dem aus Formel 47) abgeleiteten Resultat, in welcher Bedingungsgleichung auch nur diese vier Elemente vorkommen, unterwerfen zu können.

$$T = 2\sqrt{\frac{2W\ \mathrm{tg}\ \alpha}{g}}\ \frac{v_0}{v_0 + \sqrt{\frac{gW}{\sin 2\alpha}}}.$$

Wir setzen hierin ein:

$$W = 20\,000,\ \alpha = 44°,\ v_0 = 640\ \mathrm{m},\ g = 10\ \mathrm{m},$$

und suchen T.

Die Berechnung ergiebt

$$T = 73{,}1$$

die obige ist $T_1 = 70{,}2$

Differenz $= 2{,}9$ Sekunden.

Ferner ist gemäß der Formel

$$y = \frac{g}{8}\ T^2$$

$$y = 6679\ \mathrm{m}.$$

Nach der Theorie beträgt die Schußzeit 73,1 Sekunden, also 2,9 Sekunden mehr als die auf anderem Wege ermittelte. Es würde demnach von Werth sein zu erfahren, ob letzteres Resultat durch Beobachtung oder durch Rechnung festgestellt wurde. Es muß daran erinnert werden, daß bei dieser ungeheueren Wurfweite von 20 000 m der Endpunkt der Bahn bei gewöhnlichem Stand unter den Horizont fällt, und daß erst von einer Höhe von mindestens 30 m aus gesehen das Projektil innerhalb des Gesichtskreises bleibt, beziehungsweise darin verschwindet. Es ist eine Strecke, die beispielsweise von Essen nach Ruhrort a. Rh. oder von Berlin-Charlottenburg nach Potsdam oder von St. Denis nach Versailles reicht.

Das früher durchgerechnete Beispiel einer Aenderung der Schußzeit bei verminderter Geschwindigkeit zeigt, daß eine Verminderung von 12,5 m in der Geschwindigkeit eine Abnahme der

Digitized by

Zeit um 1 Sekunde bewirkt. Obgleich wir nicht wissen können, welche atmosphärischen Einflüsse das praktische Resultat beeinflußt haben mögen, und obgleich die Differenz von 2,9 Sekunden im Vergleich zur Flugzeit selbst nicht allzu groß erscheint, wollen wir hinsichtlich der Prüfung der Theorie noch einige Schießresultate der Kruppschen Gußstahlfabrik durchrechnen und sie mit den Erfahrungsresultaten vergleichen.

Auf alle Fälle kommt uns die Genauigkeit der Letzteren sehr zu statten. Die ganze Theorie der hyperbolischen Bewegung hat ihr schärfstes Kriterium in der obigen Gleichung, welche keine willkürlichen Konstanten enthält.

Schießversuche der Gußstahlfabrik Friedrich Krupp auf ihrem Schießplatz bei Meppen.

I. (S. 46.) Versuche mit einem 15 cm Feldmörser. LXXXI.

$v_0 = 153$ m, $\alpha = 40°$, $W = 1909$ m, $T = 18{,}53$ Sekunden.

Gemäß der Theorie ist für $g = 10$ m

$$T = 2\sqrt{\frac{2 \cdot 1909 \operatorname{tg} 40°}{10}} \cdot \frac{153}{153 + \sqrt{\frac{10 \cdot 1909}{\sin 80°}}}$$

Die Ausrechnung giebt

$T = 18{,}70$ Sekunden

die Tabelle $T = 18{,}53$ „

Differenz $+ 0{,}17$ Sekunden.

II. Ibid. S. 38.

$v_0 = 215$ m, $\alpha = 40°$, $W = 3971$ m, $T = 26{,}0$

Berechnung $T = 26{,}6$ Sekunden

Tabelle $T = 26{,}0$ „

Differenz $+ 0{,}6$ Sekunden.

Die Beschleunigungskonstante U_0 ist

$$U_0 = \tfrac{3}{4} \cdot \frac{v_0^2 \sin 2\alpha - gW}{W \sin \alpha} = 1{,}707,$$

demnach ist die Erhöhung der Maximalschußweite vermöge der Gleichung

$$\cot \alpha^2 = 1 + \tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha,$$

$$\alpha = 42° 50'.$$

Digitized by

III. Verſuche mit einer 12 cm Feldhaubitze. LXXX (S. 78).

$v_0 = 290$ m, $\alpha = 45°$, $W = 5815$ m, $T = 37{,}15$ Sekunden.

Berechnung	$T =$	37,15
Tabelle	$T =$	37,05
Differenz	$=$	0,10,

Ferner ebendaſelbſt S. 36:

$v_0 = 259$ m, $\alpha = 40°$, $W = 4894$ m, $T = 30{,}72$.

Berechnung	$T =$	30,72 Sekunden,
Tabelle	$T =$	30,80 „
Differenz	$=-$	0,08 Sekunden

IV. Verſuch mit einer 35,5 cm Kanone L/35 in hydrauliſcher Schiffslaffete. LXXXVI. (S. 16.)

$v_0 = 616$ m, $\alpha = 13°$, $W = 10526$ m, $T = 24{,}24$ Sekunden.

Berechnung	$T =$	24,55 Sekunden
Tabelle	$T =$	24,24 „
Differenz	$=+$	0,31 Sekunden

V. Verſuche mit einer 29 cm Haubitze. LXXIX. (S. 36.)

$v_0 = 196{,}4$ m, $\alpha = 60°$, $W = 2251$ m, $T = 30{,}02$ Sekunden.

Berechnung	$T =$	30,40 Sekunden
Tabelle	$T =$	30,02 „
Differenz	$=+$	0,38 Sekunden

Nach den vorliegenden Berechnungen zu urtheilen dürfte die Theorie den hinlänglichen Grad der Genauigkeit beſitzen, deren es bedarf, um Vertrauen zu ihr faſſen zu können. Die auch anderswo ſtets unvermeidlichen Differenzen zwiſchen der Theorie und Erfahrung können bekanntlich nie gänzlich zum Verſchwinden gebracht werden, da dieſelben als Folge unbekannter oder unbeſtimmter, zum Theil zufälliger Urſachen bald in poſitivem, bald negativem Sinne auftreten, unter Umſtänden ſich auch gegenſeitig vernichten. Die obigen Differenzen ſind indeſſen im Allgemeinen ſo unbedeutend, daß ſie wohl als aus ähnlichen Quellen ſtammend vernachläſſigt werden dürfen und alſo noch innerhalb der Beobachtungsfehler fallend angeſehen werden können.

Auf alle Fälle iſt es von Wichtigkeit zu wiſſen, mit welchen Kurven man es eigentlich zu thun hat, und wenn, wie es den

Digitized by Google

Anſchein hat, die balliſtiſche Kurve nahezu ein Kegelſchnitt, eine Hyperbel iſt, ſo dürfte dies der ganzen Theorie zu großem Vortheil gereichen.

Daß es der Luftwiderſtand iſt, der das Projektil in dieſe Kurve zwingt, iſt ſelbſtverſtändlich, nicht ſo ſelbſtverſtändlich iſt es, wie die Luft ſich in den verſchiedenen Punkten der Bahn zu dem pendelnden Geſchoß verhält. Es iſt nicht unmöglich, daß namentlich bei den großen Anfangsgeſchwindigkeiten das Geſchoß ein bedeutendes Luftgewicht mit ſich fortreißt und ſolches nach und nach infolge verminderter Geſchwindigkeit verliert. Und wenn auch ſpäter wieder die urſprüngliche Geſchwindigkeit wiederkehren ſollte, ſo bleibt doch infolge deſſen, daß in der abſteigenden Bewegung des Geſchoſſes die übrig gebliebene Geſchwindigkeit im Scheitelpunkt weniger Luftmaſſen mit ſich fortzuführen vermag, die Widerſtandsbeſchleunigung ſtets geringer als zu Anfang der Bewegung.

Nachtrag. Unmittelbar nach Vollendung des vorliegenden Aufſatzes erhielt ich durch die Güte des Herrn Geh. Kommerzienrathes Krupp, wofür ich ihm hiermit verbindlichſt danke, den „Ausſtellungskatalog der Gußſtahlfabrik Fr. Krupp der Worlds Columbian Expoſition 1893 Chicago“ zugeſandt nebſt der erbetenen Mittheilung betreffs der 24 cm Kanone, daß die Flugzeit des Geſchoſſes von 70,2 Sekunden gemeſſen iſt. Demgemäß ſetzen wir die Differenz zwiſchen Theorie und Beobachtung, die betreffenden 2,9 Sekunden, auf das Konto der erſteren. Sollte hierin ein Anlaß zu begründeten Bedenken gegen die Theorie gefunden werden, das im vorliegenden Falle auch jedenfalls berechtigt wäre, ſo bemerken wir hierzu Folgendes:

Am Schluſſe des Aufſatzes haben wir die Frage unterſucht, ob die für ſo ausgedehnte Bahnen auftretenden Differenzen zwiſchen den Schwerkraftsrichtungen von Belang ſind auf die Bahnverhältniſſe. Wie wir daſelbſt nachweiſen, ſind die Aenderungen zwar klein, nicht aber unmerklich, und dieſe Thatſache beweiſt, daß bei den Rechnungen auch noch die ſekundären Kräfte, u. a. die Stärke und Richtung des Windes mit berückſichtigt werden müſſen. Die bisherigen Formeln gelten aber nur für Windſtille und bedürfen alſo noch einer Korrektion für die Luftbewegung, worauf wir ſpäter zurückkommen werden.

Digitized

Welcher Art und Größe die variablen Luftſtrömungsverhältniſſe der Paſſate in Höhen, die den Chimboraſſo überſteigen, ſein mögen, entzieht ſich vollſtändig der Beobachtung und Rechnung.

Es iſt alſo nicht unmöglich, daß die obige Differenz von 2,9 Sekunden durch veränderliche Strömungen, vielleicht auch durch veränderte Geſchoßlagen hervorgerufen worden ſind.

XX. Innere Balliſtik.

Nachdem wir im Vorhergegangenen die Bewegungserſcheinungen der äußeren Balliſtik aufgeſtellt, erübrigt es noch, auf die inneren Vorgänge im Geſchützrohr oder auf die Urſachen der Bewegung unſer Augenmerk zu richten und zu unterſuchen, in welcher Abhängigkeit die äußere Balliſtik zur inneren ſteht. Demnach ſind die Gleichungen der Wurfbewegung für verſchiedene Geſchütze beliebigen Kalibers, Geſchoßgewichtes, Ladung, Länge ꝛc. zu entwickeln und müſſen dieſelben klar und überſichtlich die Wirkung und die Größe des Einfluſſes dieſer Elemente zu erkennen geben.

Wir gehen zunächſt wieder auf die Gleichung

$$W = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{4}{3} U_o \sin \alpha}$$

zurück, um dieſelbe für die veränderten Umſtände einzurichten. Die daraus entwickelte Widerſtandsbeſchleunigung

$$U_o = \frac{3 v_o^2 \cos \alpha}{2 W} - \frac{g}{\sin \alpha}$$

zeigt, daß unter ſonſt gleichen Umſtänden dieſe Widerſtandsbeſchleunigung um ſo größer ſein wird, je kleiner die Wurfweite iſt. Ertheilen wir alſo verſchieden ſchweren Geſchoſſen unter gleichen Erhöhungen gleiche Anfangsgeſchwindigkeiten, ſo ergeben ſich verſchiedene Wurfweiten, indem die ſonſt überall in gleicher Stärke auftretende Kraft des Luftwiderſtandes verſchieden ſchweren und verſchieden geformten Körpern verſchiedene (negative) Beſchleunigungen ertheilt. Der größeren Wurfweite würde alſo unter ſonſt gleichen Erhöhungen und Anfangsgeſchwindigkeiten ein kleinerer Widerſtand entſprechen, wie dies bei Geſchützen und Handfeuerwaffen beſonders klar zu Tage tritt.

Bei der obigen Formel iſt indeſſen nicht zu vergeſſen, daß U_o und v_o voneinander abhängig ſind, indem eine Zunahme der

Digitized by Google

einen eine bestimmte der anderen bewirkt. Demnach ist es nothwendig, diese Verhältnisse einer genauen Untersuchung zu unterwerfen und zwar innerhalb der durch die Natur des Gegenstandes gegebenen Grenzen, worin sich die Bewegungen abspielen.

Wir nehmen hierbei zunächst das Mariottesche Gesetz zu Hülfe, nach welchem sich die Druckkräfte der Gase umgekehrt wie ihr Volumen verhalten. Dabei denken wir uns in erster Annäherung, daß das explodirende Pulver als Gas nach diesem Gesetz und zwar sofort oder momentan wirke, daß also die Entzündung das Pulver sogleich in eine Gasmasse verwandle. Der Querschnitt des Rohres sowohl als auch der Pulverladung sei ω, die Länge des ersteren sei l, die der letzteren a, der Gasdruck eines Kilogramms auf die Flächeneinheit des Pulverraumes von 1 cbm sei k, also der von Q kg in der Entfernung x vom Zündende des Geschützes $\frac{kQ}{x}$, die Geschwindigkeit des Projektils, dessen Gewicht $G = mg$ sei, sei v, dann ist unter der Voraussetzung eines festen Standes des Geschützes ohne Rückprall die Näherungsformel für die Beschleunigung $\frac{dv}{dt}$ der Masse m des Geschosses

$$\frac{m\,dv}{dt} = \frac{kQ}{x},$$

oder da

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{m\,dv}{dx} \cdot v = \frac{kQ}{x},$$

und integrirt zwischen den Grenzen l und a

$$196) \qquad v^2 = \frac{2kQ}{m} \ln \frac{l}{a}.$$

Diese bekannte Formel beweist, daß die Anfangsgeschwindigkeiten der Geschosse beim Verlassen der Mündung sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Massen derselben verhalten.

Wir werden zunächst für ein und dasselbe Geschütz gleiche Ladungen ω a, aber verschiedene Massen m annehmen, um an einem einfachen Fall der veränderten Bewegung die Wirkung derselben auf die übrigen Bewegungsfaktoren zu studiren.

Digitized by Google

Für eine andere Masse m_0 mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 ist bei gleichen l und a

$$v_0^2 = \frac{2kQ}{m_0} \ln \frac{l}{a},$$

$$\text{also} \quad v^2 = \frac{m_0}{m} v_0^2.$$

Was die Abhängigkeit der Anfangsbeschleunigung U von der Geschwindigkeit betrifft, können wir mit großer Annäherung $U = c\, v^2$ setzen, dieselbe also als dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional annehmen. Die Konstante c ist abhängig von der Form des Geschosses. Ist dieses etwas cylindro-konisch vom Querschnittsradius r, und verharrt das Langgeschoß möglichst in der Flugrichtung, so ist $c = c_1 r^2$, also $U = c_1 r^2 v^2$.

Die Konstante c_1 ist erfahrungsgemäß der Masse m umgekehrt proportional, also $c_1 = \frac{c_2}{m}$, und demnach $U = c_2 \frac{r^2 v^2}{m}$.

Für zwei verschiedene Geschütze wäre also bei gleichem Luftgewicht

$$\frac{U}{U_0} = \frac{m_0 r^2 v^2}{m r_0^2 v_0^2},$$

oder da

$$\frac{v^2}{v_0^2} = \frac{m_0}{m},$$

$$\frac{U}{U_0} = \frac{m_0^2}{m^2} \frac{r^2}{r_0^2},$$

und für ein und dasselbe Geschütz vom Kaliber 2 r

$$\frac{U}{U_0} = \left(\frac{m_0}{m}\right)^2.$$

Mit abnehmender Masse nimmt hiernach der Widerstand bedeutend zu.

Es sei für die Masse m_0 des Projektils die Erhöhung α, die Anfangsgeschwindigkeit v_0, die Wurfweite W_0 bekannt. Dann ist

$$W_0 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{4}{3} U_0 \sin \alpha}$$

Gemäß der vorhergehenden Formel für U ist dann die Wurfweite für das Projektil von der Masse m

$$W = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha \cdot \frac{m_0}{m}}{g + \frac{4}{3} U_0 \sin \alpha \cdot \left(\frac{m_0}{m}\right)^2}.$$

Digitized by Google

Diese Gleichung ist von Bedeutung für die Wurfbewegung verschiedener Projektile desselben Geschützes von gleicher Erhöhung und Pulverladung.

Da wir die zweite Bewegung auf die erste beziehen, schreiben wir die letzte Formel

197)
$$W = \frac{\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \cdot \frac{m}{m_0}}{\left(\frac{m}{m_0}\right)^2 + \frac{1}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}$$

Aus dieser Form tritt der Einfluß der Masse auf die Wurfweite deutlich hervor. Hat man für eine bestimmte Masse $= m_0$ die Wurfweite W_0 ermittelt, so läßt sie sich für ein anderes m leicht berechnen. Sie ist also eine Funktion von m, und es ist, da das Verhältniß m/m_0 sowohl im Zähler als auch im Nenner des obigen Werthes in verschiedenen Potenzen auftritt, W eines Maximums fähig. m kann alle Werthe von Null bis unendlich annehmen. Setzen wir m unendlich klein oder unendlich groß, so ist beiderseits $W =$ Null.

Geben wir den Projektilen hinsichtlich ihrer Massen alle möglichen Werthe zwischen den genannten extremen Fällen, so zeigt die Gleichung, daß sowohl für sehr leichte als auch sehr schwere Geschosse die Wurfweite immer klein bleibt und daß unter allen Massen ein bestimmtes Geschoßgewicht existirt, welches W zum Maximum macht. Ein Beispiel wird dies leicht verdeutlichen, obgleich der Vorgang an sich klar ist.

Haben wir die Absicht, einen Stein möglichst weit zu werfen, so werden wir nach verschiedenen Versuchen schließlich einen solchen wählen, der nach seiner Form, Größe und Schwere uns als der angemessenste und geeignetste dazu erscheint. Ein Sandkorn oder eine Kanonenkugel werden wir wohl nicht wählen, beide werden nicht weit fliegen, vielmehr nahe vor unseren Füßen niederfallen. Vermehren wir von der unteren Grenze an die Wurfgewichte stetig, so erreichen wir schließlich eine Maximalwurfweite, während bei weiterer Vermehrung des Wurfgewichtes die Wurfweite wieder abnimmt.

Das Beispiel trifft zwar unseren Gegenstand nicht ganz, da die bewegende Muskelkraft des Armes und der Hand und der Gasdruck des Pulvers verschiedene Dinge sind, es erläutert ihn aber.

Bezeichnen wir das Verhältniß der Massen $\frac{m}{m_0}$ oder der entsprechenden Gewichte $\frac{G}{G_0}$ mit x und differenziren die Gleichung

$$W = \frac{\frac{v}{g} \sin 2\alpha \cdot x}{x^2 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha},$$

und setzen das Resultat gleich Null, so erhalten wir für x

198) $$\frac{m}{m_0} = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha}$$

als das gesuchte Verhältniß derjenigen Masse zu einer gegebenen, welche das Maximum der Wurfweite

199) $$W = \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{g} \frac{\sin 2\alpha}{\sqrt{\frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha}}$$

herbeiführt.

Wir wenden diese Formeln auf das oben erwähnte Kruppsche Geschütz an. Es ist $v_0 = 640$, $\alpha = 44°$, $W = 20\,000$, Geschoßgewicht 215 kg.

Es ist also hier die Frage, ob dies Geschoßgewicht das geeignete ist für eine Maximalschußweite, oder ob es schwerer oder leichter sein müßte.

Nach unseren Formeln finden wir $U_0 = 11{,}3$ m als Anfangsbeschleunigung des Luftwiderstandes. Wir setzen, da wir für $\frac{m}{m_0}$ auch $\frac{G}{G_0}$ schreiben dürfen, $G_0 = 215$ kg und berechnen das gesuchte G vermittelst

$$\frac{G}{215} = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{11{,}3 \sin 44°}{10}}$$

und erhalten

$$\frac{G}{G_0} = 1{,}02 \ldots$$

also merkwürdigerweise nahezu die Einheit und damit die Thatsache, daß das Geschoßgewicht von 215 kg den Bedingungen einer Maximalschußweite fast vollständig entspricht. Das betreffende Geschütz erfüllt also hinsichtlich der Abmessungen der Pulverladungen, Geschoßgewichtes ꝛc. diejenigen Bedingungen, die für eine Er-

höhung von 44° eine Schußweite von 20 000 m ermöglichen. Augenscheinlich ist es von hohem Werthe, wenn man die Absicht auf eine möglichst große Wurfweite richtet, die hierzu nothwendigen Bedingungen theoretisch definiren zu können, und dürfte die obige Formel hierzu eine Handhabe bieten.

Dieselbe gewinnt aber noch eine weitere Bedeutung.

Das Geschütz hatte die Erhöhung von 44°.

Nun giebt es nicht nur für die Massen, sondern auch für die Erhöhungen einen ganz bestimmten Winkel maximaler Schußweite. Dies zeigen uns die früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand, welche zu der Formel

$$\sin \alpha^2 = 1 - \frac{2U}{3g} \sin \alpha^3$$

führten. Aber auch die obige Formel

$$W = \tfrac{1}{2} \frac{v_0^2}{g} \frac{\sin 2\alpha}{\sqrt{\tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha}}$$

oder

$$W = \tfrac{3}{4} \frac{v_0^2}{U_0} \sqrt{\tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha \cos \alpha^2}$$

zeigt uns weiter, daß noch ein bestimmter Wert von α existirt, welcher seinerseits das für m erreichte relative Maximum zu einem absoluten zu erheben vermag.

Führen wir also für α die Differentiation durch, so erhalten wir als Endresultat den Ausdruck

200)
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}},$$

$$\alpha = 35° 16'$$

als diejenige Erhöhung, unter welcher die Wurfweite bei sonst gleichen Verhältnissen den erreichbar größten Werth erhält.

Dasselbe Resultat hätten wir aus

$$\sin \alpha^2 = \tfrac{1}{3} - \frac{2U_0 \sin \alpha^3}{3g \left(\frac{m}{m_0}\right)^2}$$

erhalten, wenn wir darin den obigen Werth von $\frac{m}{m_0}$ substituirten.

Digitized by Google

In Anwendung auf das Kruppsche Geschütz erhalten wir also für die größte Wurfweite $W_m = 20\,940$ m, welche allerdings von der erreichten wenig verschieden ist. Denn das Verhältniß der Schußweiten für $\alpha = 45°$ und $35° 16'$ ist

$$1 : \tfrac{2}{3}\sqrt[4]{6} = 1{,}0434$$

also im letzteren Fall um etwa 4½ % größer als im ersteren. Bekanntlich ändern sich die Werthe in der Nähe des Maximums nur wenig.

Der Werth $35° 16'$ liefert eine theoretische Bestätigung zu der praktischen Erfahrung, daß z. B. die Totalschußweite von 3000 m beim deutschen Infanteriegewehr M/71 bei 35° Erhöhung eintritt. (Vergl. Schieß-Instruktion für die Infanterie S. 70.)

Wir wollen noch die Annahme, daß U_o oder die Beschleunigungskonstante durch $c\,v^2$ definirt sei, durch die allgemeinere $U_o = c\,v^n$ mit dem Hinweis darauf erweitern, daß diese Annahmen Näherungswerthe sind.

Die Gleichung der Wurfweite nimmt dann für $\frac{m}{m_o} = x$ folgende Gestalt an

$$W = \frac{\frac{v_o^2}{g} \sin 2\alpha \cdot x^{\frac{n}{2}}}{x^{\frac{n}{2}+1} + \frac{1}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha}$$

und differenzirt

$$\left(\frac{m}{m_o}\right)^{\frac{n}{2}+1} = \frac{2n}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha$$

201) demnach $\sin\alpha^2 = \frac{1}{2} - \frac{2}{3}\frac{U_o}{g}\frac{\sin\alpha^3}{\left(\frac{m}{m_o}\right)^{\frac{n}{2}+1}}$

Aus dieser Formel folgt, daß die Erhöhung für die Maximalschußweite um so kleiner wird, je leichter das Geschoß ist.

Es ist

$$\sin\alpha^2 = \frac{1}{3} - \frac{\sin\alpha^2}{n}$$

Digitized

202) also $\sin \alpha^2 = \frac{n}{2(n+1)}$, $\operatorname{tg} \alpha^2 = \frac{1}{1+2/n}$, $\cos 2\alpha \,|\, \alpha = \frac{1}{n+1}$.

Für $n = 4/3$ ist z. B. $\alpha = 32° 20'$.

Je größer also der Exponent der Luftwiderstandspotenz angenommen wird, um so größer wird die betreffende Erhöhung, ohne indeß je 45° zu erreichen. Also hat jedes Geschoß seine größte Tragweite unter 45°.

Würde die Funktion $U_o = c\, v^n$ genau sein, so ließe sich n ermitteln, wenn die Erhöhung für die größte Wurfweite bekannt wäre, nämlich

$$n = \frac{1}{\cos 2\alpha} - 1.$$

Die relativ größte Wurfweite

203) $$W = \frac{3}{n+2} v_o^2 \cos \alpha \left(\tfrac{2}{3} n \frac{U_o}{g} \sin \alpha \right)^{\frac{n}{n+2}}$$

würde dann die absolut größte sein, wenn

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{1+2/n}} \text{ ist, und zwar für}$$

204) $$\frac{m}{m_o} = \left(\tfrac{2}{3} n \frac{U_o}{g} \sin \alpha \right)^{\frac{2}{n+2}}.$$

In gleicher Weise läßt sich aus der Formel für die Wurfzeit

$$T_o = \frac{3 v_o}{U_o} \left(\sqrt{1 + \tfrac{4}{3} \frac{U_o}{g} \sin \alpha} - 1 \right),$$

$$T = \frac{3 v}{U} \left(\sqrt{1 + \tfrac{4}{3} \frac{U}{g} \sin \alpha} - 1 \right),$$

für die Geschoßgewichte m_o und m die Maximalschußzeit durch Differentiation der Formel

$$T = \frac{3 v_o}{U_o} \left(\sqrt{x^3 + \tfrac{4}{3} \frac{U_o}{g} \sin \alpha \; x} - x^{3/2} \right)$$

$$x = \frac{m}{m_o}$$

ermitteln. Man findet

205) $$\frac{m}{m_o} = \sqrt{\tfrac{4}{9} \frac{U_o}{g} \sin \alpha}, \qquad T_m = \frac{3 v_o}{U_o} \left(\tfrac{4}{9} \frac{U_o}{g} \sin \alpha \right)^{3/4}$$

m ist kleiner als das m der Maximalschußweite.

Digitized by Google

Ist z. B. $U_0 = 11$, $\alpha = 44°$, $v_0 = 640$ m, $G_0 = 215$, dann muß für die Maximalschußzeit

$$G = \frac{215}{\sqrt{3}} = 125 \text{ kg}$$

das Geschoßgewicht sein.

Die Maximalschußzeiten und Schußweiten fallen also nicht zusammen, da trotz der längeren Zeitdauer die Anfangsbeschleunigung wegen der kleineren Masse größer und dadurch die Wurfweite kleiner wird.

Von Interesse ist noch die Vergleichung der verschiedenen Endgeschwindigkeiten bei verschiedenen Geschoßgewichten.

Wir haben für zwei Fälle die folgenden Gleichungen:

$$v_e^2 = \frac{v_0^2 \sin \alpha^2}{1 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha} + \frac{v_0^2 \cos \alpha^2}{\left(1 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha\right)^3}$$

$$v_e'^2 = \frac{v^2 \sin \alpha^2}{1 + \frac{4}{3} \frac{U}{g} \sin \alpha} + \frac{v^2 \cos \alpha^2}{\left(1 + \frac{4}{3} \frac{U}{g} \sin \alpha\right)^3}.$$

Wir setzen

$$\frac{m}{m_0} = x, \quad v^2 = \frac{v_0^2}{x}, \quad U = \frac{U_0}{x}$$

demnach

$$v_e'^2 = \frac{v_0^2 \sin \alpha^2 x}{x^2 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha} + \frac{v_0^2 \cos \alpha^2 x^5}{\left(x^2 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha\right)^3}.$$

Die Differentiation giebt als Bedingungsgleichung für das Maximum der Endgeschwindigkeit

206) $$x^6 - \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha \,(5 - 6 \sin \alpha^2)\, x^4 - \frac{16}{3} \frac{U_0^2}{g} \sin \alpha^4 x^2 - \frac{64}{27} \frac{U_0^3}{g^3} \sin \alpha^5 = 0,$$

also eine für x^2 kubische Gleichung mit einer positiven Wurzel, welche, in die vorhergehende Gleichung eingesetzt, den größten Werth von v_e' oder der Endgeschwindigkeit finden läßt. Diese Bestimmung führt aber zu Weitläufigkeiten, die wir hier übergehen müssen.

Digitized by Google

In Bezug auf die auch schon früher vorgekommenen Gleichungen 3. und 4. Grades bemerken wir hier beiläufig, daß es sich empfiehlt, dieselben durch Näherungen aufzulösen.

Ist z. B. von der Gleichung der Erhöhung für die Maximalschußweite

$$\tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha^3 + 2\sin\alpha^2 - 1 = 0$$

ein erster Näherungswerth α_1 bekannt, so findet man einen genaueren zweiten

$$\alpha = \alpha' + \delta$$

vermittelst der Korrektion

$$207)\qquad \delta = \frac{\cos 2\alpha_1 - \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha_1^3}{2\sin 2\alpha_1\left(1 + \frac{U_0}{g}\sin\alpha_1\right)}.$$

In gleicher Weise kann man die Gleichung 4. Grades

$$\frac{v_0^2}{gW}\sin 2\alpha - \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha - 1 = 0$$

die aus W, v_0, U_0 die Erhöhung α berechnen läßt, behandeln und auflösen. Ist α_1 ein erster und $\alpha = \alpha_1 + \delta$ ein zweiter Näherungswerth, so ist

$$208)\qquad \delta = \frac{\frac{v_0^2}{gW}\sin 2\alpha_1 - \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha_1 - 1}{\tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\cos\alpha_1 - \frac{2v_0^2}{gW}\cos 2\alpha_1}$$

Es sei $W = 20000$ m, $v_0 = 640$ m, $U = 11{,}3$ m und gesucht werde der Erhöhungswinkel α.

Erster Näherungswerth $\alpha_1 = 45°$, der zweite ist wegen

$$\delta = -0{,}0164 = -1° \text{ ungefähr}$$

und also $$\alpha = 44°.$$

Giebt man der Gleichung der Wurfweite die Form

$$209)\qquad y = \frac{ax}{x^2 + b},\quad a = \frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha,\quad b = \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha$$

so erkennt man, daß sie dem dritten Grad angehört.

Digitized by

Für dasselbe Geschütz, dieselbe Erhöhung und dieselbe Ladung bei verschiedenen Geschoßgewichten kann man diese Kurve leicht konstruiren. Sie steigt vom Anfangspunkt aus rasch und steil bis zum Maximum der Schußweite auf, um dann wieder in langsamerem Tempo asymptotisch bis Null abzunehmen. Eine Parallele zur x-Achse, in welch letzterer die Geschoßgewichte proportional den Abscissen aufgetragen sind, giebt in ihren beiden Durchschnitten mit der Kurve die zwei korrespondirenden und gleichen Wurfweiten bei verschieden schweren Geschossen.

Wir wollen noch im Anschluß hieran den Fall behandeln, daß die von den Massen abhängigen Geschwindigkeiten durch die allgemeine Formel

$$\frac{v}{v_0} = \left(\frac{m_0}{m}\right)^n$$

und ferner

$$\frac{U}{U_0} = \frac{m_0}{m}\,\frac{v^2}{v_0^2} = \left(\frac{m_0}{m}\right)^{2n+1}$$

definirt sei.

Die Wurfweite ist dann

$$210)\qquad W = \frac{\frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha\, x^{2n}}{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha\, x^{2n+1}}, \qquad x = \frac{m}{m_0},$$

oder abgekürzt

$$W = \frac{a\,x}{x^{2n+1} + b}.$$

W wird ein Maximum für $x^{2n+1} = \frac{b}{2n}$, nämlich

$$211)\qquad W_m = \frac{2an\left(\frac{b}{2n}\right)^{\frac{1}{2n+1}}}{b\,(2n+1)}, \qquad \left(\frac{m}{m_0}\right)^{2n+1} = \frac{2U_0\sin\alpha}{3gn}.$$

Da in dem Ausdruck von W_m noch die Erhöhung vorkommt, so kann man denselben zum zweiten Male nach α differenziren, und das Maximum des betreffenden Werthes $\frac{\sin 2\alpha^{2n+1}}{\sin\alpha^{2n}}$ findet statt für

$$\operatorname{tg}\alpha^2 = \frac{1}{2n+1}.$$

Digitized by Google

Ist $n = 1/2$, also wie früher $\frac{v^2}{v_o^2} = \frac{m_o}{m}$, so folgt auch wieder $tg\,\alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Sollen die Geschwindigkeiten den 4. Wurzeln der Massen proportional gesetzt werden, so ist $n = 1/4$ und also $tg\,\alpha = \sqrt{\frac{2}{3}}$, also größer als vorher. Setzen wir dagegen mit Prehn $n = \frac{1}{2{,}39}$, so ist $tg\,\alpha = \sqrt{\frac{239}{439}}$ oder $\alpha = 36^\circ\ 25'$. Hierbei ist stets die Konstanz von U_o bei verschiedenen Elevationen vorausgesetzt.

Von Werth wäre es also, für alle Erhöhungen zwischen Null und 90° die Widerstandskonstante zu kennen, da hieraus die Abhängigkeit des U von α ermittelt werden könnte. Da solche umfassende Versuche bisher noch nicht angestellt worden sind, so können wir auf diese Modifikationen hier nicht weiter eingehen. Auf Grund einiger vorläufigen Rechnungen, die wir angestellt, kann vielleicht $U\alpha = \frac{U_o}{1 + \varrho \sin \alpha}$ angenommen werden, worin U_o und $U\alpha$ sich auf die Erhöhungen Null und α beziehen. ϱ wäre dann eine jedem Geschütz eigenthümliche Konstante. Hiernach würden die Gleichungen für die Erhöhung bei maximaler Schußweite sein:

212) $$\sin \alpha^2 = \tfrac{1}{2} - \tfrac{3}{2} \frac{U_o}{g} \sin \alpha^2 \frac{(\sin \alpha - \varrho \cos 2\alpha)}{(1 + \varrho \sin \alpha)^2}$$

$$W_m = 2 \frac{v_o^2}{g} \sin \alpha\, tg\alpha\, (\sin \alpha - \varrho \cos 2\alpha)$$

aus welchen sich auch indirekt ϱ bestimmen ließe, wenn α und W bekannt wären.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by

Kleine Mittheilungen.

2.

Leichte Feldkriegsbrücke Asklund.

Die vorstehend Seite 84 gegebene kurze und höchst oberflächliche Mittheilung über eine neue, eigenartige leichte Feldkriegsbrücke hat den Erfinder derselben, den schwedischen Ingenieurhauptmann J. G. Asklund, bewogen, mir brieflich einige nähere Angaben zu machen, von denen die Leser des Archivs ohne Zweifel mit Interesse Kenntniß nehmen werden.

Ueber die leitenden Gedanken, die der neuen Erfindung zu Grunde liegen, äußerte sich der Erfinder wie folgt:

Bei aller Bauthätigkeit, insbesondere beim Brückenbau, macht sich die steigende Tendenz geltend, das Holz durch Stahl und Eisen zu ersetzen.

Im Kriegsbrückenmaterial ist dieser Grundgedanke bis jetzt noch nicht vorwiegend zur Anwendung gekommen.

Bei dem vorgeschlagenen Material ist dies geschehen. Es ist im Wesentlichen aus Eisen und Stahl hergestellt; für einige Bestandtheile ist auch Aluminium in Aussicht genommen.

Als Hauptmängel des in Gebrauch stehenden, hauptsächlich aus Holz hergestellten Feldbrückenmaterials werden hervorgehoben:

1. Das zu einer Strecke oder einem Brückenjoch erforderliche Material ist auf mehrere Wagen vertheilt, deren jeder etwa 2000 kg wiegt. Man muß stets mehrere Wagen entladen, auch wenn man nur eine einzige Spannung nöthig hat.
2. Bevor man an das Brückenschlagen selbst kommt, verliert man gewöhnlich eine beträchtliche Zeit dadurch, daß man die Mannschaft zum Haket-Abladen und dann, nachdem dies erledigt, für den Bau wieder anders eintheilen muß.

Digitized by Google

3. Das Brückenſchlagen geht ſehr langſam von Statten, da man gewöhnlich von einem oder höchſtens von beiden Ufern zugleich ausgeht.
4. Die Mannſchaft, die auf die Wagen nicht aufſitzen kann, kommt leicht verſpätet bei der Brückenſtelle an. Vielleicht ermattet von einem langen, ermüdenden Fußmarſch, den Torniſter auf dem Rücken, eignet ſie ſich ſchlecht zu ſchwerer, ſchleuniger Arbeitsthätigkeit.

Für ſein Material ſtellte der Erfinder an erſter Stelle die Bedingung, die einzelnen Beſtandtheile der Zahl nach möglichſt zu beſchränken, ſie zu vereinfachen und ſie leichter zu machen.

Die entſprechenden Konſtruktionsgrundlagen ſind folgende:

1. Jedes Haket (deren 26 im Ganzen) iſt genau gleichmäßig beladen. Es enthält alles Zubehör für eine halbe Streckenlänge. Die Hauptſtücke ſind: 1 Halbponton und 3 Streckbalken. Letztere, I förmig aus Stahl, ſind mittelſt Scharniers zur halben Länge zuſammenklappbar, ſo daß ſie im Ponton Platz haben.

   Um die normale, für alle Waffengattungen brauchbare Brücke herſtellen zu können, ſind demnach für jede Strecke zwei Wagen und deren Ladung erforderlich. Die ſechs Streckbalken liegen auf drei Borden auf, die lichte Spannung beträgt 4,6 m, die Bahnbreite 2,7 m.

   Ein Theil der Mannſchaft findet ebenfalls auf den Wagen Platz (auf jedem drei Mann); der Reſt auf den Geſpannen.
2. Die unter 1 geſchilderten 26 Hakets geben das Material zur Brücke (einſchließlich der Anker), ſoweit dieſelbe auf den ſchwimmenden Unterlagen ruht. Dem Uferanſchluß dienen zwei weitere Hakets, von den anderen verſchieden, aber unter ſich ganz gleich ausgerüſtet, nämlich: mit dem Landſtoß, einem Bock (ſelbſtverſtändlich à la Birago, aber eigenartig in Metall konſtruirt), Werkzeug, Reſervetheilen und Sprengmaterial.

   Die Hakets zweiter Art (man könnte ſie mit „Ufer-Hakets“ bezeichnen) ſollen ſtets an der Spitze der Kolonne fahren; die 26 Mittel- oder Strom- oder Ponton-Hakets folgen in beliebiger Ordnung, da ſie abſolut gleichwerthig ſind.

Digitized by Google

Das Gewicht eines (mit Brückenmaterial gefüllten) Halbpontons beträgt	730 kg,
das Haket mit Zubehör wiegt .	670 =
drei Mann	225 =
außerdem höchstens	175 =
zusammen	1800 kg.

Die Ufer-Hakets sind etwa 100 kg schwerer als die Pontonhakets.

3. Herstellung der Brücke soll nach dem Prinzip des gliederweisen Baues erfolgen.

Mit dem vorhandenen Material lassen sich herstellen; entweder:

1. Brücke von 76,6 m Länge und 2,7 m Breite, oder
2. eine Laufbrücke (Spång) von 154,6 m Länge (und selbstredend halber Breite), oder
3. sechs Ruderfähren von je 16 qm Flächenraum.

Das vorstehend Mitgetheilte habe ich nicht auf einmal erfahren, sondern zum Theil erst auf Rückfragen. Dahin gehört noch folgende wichtige Angabe:

Der Brückenbelag besteht wie bisher aus Dielen (bro-plankor), die in der Normalbrücke (vorstehend 1) wie üblich quer über den Streckbalken liegen. Die einzelnen Belagbretter haben an den Enden Löcher zum Festschnüren an die Ortbalken. Bei der Laufbrücke (vorstehend 2) sollen die Dielen, so wie das Pionier-Taschenbuch z. B. bei der Tonnenbrücke S. 131, Fig. 54 annimmt, der Länge nach verwendet werden. Ihr Auflager finden sie auf quer gelegten (allenfalls 2 übereinander) Dielen oder auf Rudern oder sonstigen aus der Nachbarschaft beschafften Unterlagen.

Als „Alternativ" (an Stelle des Brettbelages) hat Hauptmann Asklund eine Art Tauwerk-Rollen, an der unteren Seite durch Querleisten verstärkt, vorgeschlagen. Vielleicht hat er dabei an die jetzt (in öffentlichen wie in Privatgebäuden) theils zur Schonung der Fußböden theils zur Dämpfung des Schalles in ausgedehntem Maße in Gebrauch genommenen Kokosfaser- bezw. die Linoleum-Läufer gedacht.

Noch eine thatsächliche Angabe kann gemacht werden: eine Brückenequipage der beschriebenen Art von 26 + 2 = 28 Wagenladungen ist zu 74 000 Franks = rund 59 000 Mark veranschlagt.

Digitized by Google

Hauptmann Asklund hat auch beglaubigte Abschriften dreier Gutachten beigefügt.

Das neueste (vom 2. Dezember 1893) hat das in den letzten Jahren in der Panzertechnik (insbesondere in einem Konflikt mit dem Grusonwerk) vielgenannte Werk Le Creusot abgegeben (Schneider & Comp.; volle Firma: Steinkohlengrube, Eisen- und Stahlwerk, Maschinenbau-Anstalt in Creusot — Saone & Loire — und in Paris, Boulevard Malesherbes Nr. 1): „Unser Werkplatz in Chalons meldet, daß das System Asklund wohl durchdacht erscheine und schätzenswerthe Vortheile gegenüber dem alten hölzernen Feldbrückenmaterial böte. Wir erachten, daß, falls wir eines Tages einem Auftrage auf derartiges Kriegsmaterial gegenüberstünden, dieses System mit Vortheil empfohlen werden könnte (pourra être proposé avantageusement)."

Der Oberingenieur der mechanischen Werkstatt von Bergsund giebt der Asklundschen Brücke das Zeugniß, eine sehr sinnreich ausgedachte Erfindung zu sein, die praktisches und günstiges Funktioniren verspräche, besonders zufolge der beträchtlichen Gewichtsverringerung. Vom technischen Standpunkte aus seien Schwierigkeiten, die sich der Ausführung des Systems entgegenstellen möchten, nicht ausfindig zu machen.

Drittens erklärt der Ingenieurmajor, der das Göta-Genie-Bataillon in Carlsborg kommandirt: Das Asklundsche neue Brückenmaterial böte mehrere Vorzüge, namentlich: Gewichtsverminderung, leichte Handhabung des Trains im Ganzen und des Brückenmaterials im Einzelnen, die Geschwindigkeit des Brückenschlags.

Falls der Herstellungspreis ein mäßiger sein sollte (die Veranschlagung scheint damals noch nicht erfolgt gewesen oder für unmaßgeblich gehalten worden zu sein), sei das System wohlgeeignet, einen hervorragenden Platz unter sonstigen modernen Systemen leichter Brücken einzunehmen, denen es sogar in mehreren Beziehungen vorzuziehen sei.

Die schwedische Armee wird im Kriege nur eine Kavallerie-Division haben. Ob man sich in der obersten Kriegsverwaltung jetzt oder später dazu verstehen wird, dieser einen Division einen besonderen leichten Brückentrain beizustellen, entzieht sich diesseitiger Kenntniß und Beurtheilung. Das schwedische Kriegsbrückenmaterial

Digitized by Google

ist aus den 70er Jahren, entspricht daher den für jetzt maßgebenden Anschauungen an leitender Stelle.

Wir wünschen dem Erfinder nach dem, wie es scheint, bis jetzt unfruchtbaren Sympathiebezeigungen praktische Erfolge, würden uns übrigens freuen, wenn in diesem Falle der Schein getrogen hätte und die hier vorgetragene Auffassung der Sachlage dahin berichtigt werden könnte, daß die Erfindung auf dem besten Wege wäre, vom Reisbrett auf den Werkplatz überzugehen.

3.

Leichte Feldkriegsbrücke Bignami.

Unser schwedischer Kamerad hat, wenn nicht Vorgänger, so doch jedenfalls Gefährten auf der Suche nach einer zeitgemäßen, mehr oder weniger metallnen Kriegsbrücke. Zeugniß davon giebt ein Aufsatz im Märzheft der italienischen Artillerie- und Ingenieur-Zeitschrift (Rivista di artigl. e genio), betitelt: Die Divisions-Avantgarden-Brücken (I ponti d'avanguardia divisionali) und unterzeichnet: Cesare Bignami, Genie-Kapitän. Die folgenden Zeilen geben einen Auszug daraus.

Die Schnellfeuerwaffen und das rauchlose Pulver werden die Schlachten der Zukunft kürzer machen. Siegen wird, wer zuerst am entscheidenden Punkte die größten Streitkräfte beisammen hat. Die Armeekorps werden drei statt zwei Divisionen haben. Jede Division, sobald sie Kanonendonner vernimmt, marschirt dem Schalle nach darauf los; sie muß sicher sein, daß kein Bewegungshinderniß, das zu überbrücken wäre, sie aufhält. Wenn nach bisheriger Gepflogenheit das Brückenzeug bei dem großen Fuhrwesen hinten ist, wird es im Bedarfsfalle zu spät zur Stelle sein; es wird sich 15 km hinter der aufklärenden Reiterei befinden und zum Herankommen 4 Stunden brauchen.

Frankreich hatte keine Divisions-Brücken-Abtheile (sezioni da ponte divisionali); jedem Armeekorps folgte eine Brücken-Equipage, aus zwei Abtheilungen bestehend, die jede 64 lfd. Meter Brücke herstellen konnten.

Digitized by Google

Anfang 1892 eröffnete die französische Kriegsverwaltung einen Wettbewerb unter ihren Genie-Offizieren, dessen Objekt eine Divisions-Avantgarden-Brücke war. Dieselbe sollte 15 m Länge, 3 m Belagbreite haben und auf höchstens 5 m Erhebung der Fahrbahn über die Sohle des Hindernisses eingerichtet sein; es sollten aber auch weniger als 15 m Brückenlänge sich herstellen lassen; andererseits — durch Zusammenziehen zweier Brückenzeugs-Einheiten — Brückenlängen zwischen 15 und 30 m.

Die Kommission ad hoc hat aus den Konkurrenz-Ergebnissen dann einen Brückentypus hergestellt (vergl. Rivista von 1893, vol. II, pg. 102) mehrere Spannungen oder Jochweiten (travate) zu 5 m auf Böcken. Unter den konkurrirenden Entwürfen war der des Kapitän Devisme „ganz aus Stahl" (auch der Belag?); die Kommission war jedoch für Holz und Stahl (aus Holz der Bockholm und die Streckbalken). Die Bockbeine — Stahlrohre — sind fast senkrecht gestellt; dazu bewogen hat die Besorgniß, daß die — wie sonst üblich — schräg gestellten Beine zu stark auf Biegen, bezw. Knicken in Anspruch genommen würden, auch leichter ausglitten. Der bei lothrechter Beinstellung unverkennbar größeren Gefährdung durch Seitenschub glaubte man durch diagonaliter angebrachte Spannketten (entsprechend der bei gewöhnlichen Pfahljochbrücken üblichen Verschwertung) abhelfen zu können.

Das in Versailles versuchte, bewährt gefundene und adoptirte Brückenzeug bezeichnet unser Autor gegenüber dem „System Devisme" als „System Seurre". Eine Vertiefung von 2,5 m und 14 m oberer Breite wurde in 28 Minuten überbrückt.

Der Bock als alleinige Brückenstütze wird für die beste Lösung der Aufgabe, kleine Hindernisse zu überbrücken, erklärt. Schnell fließende Gewässer von mehr als 1,5 m Tiefe, so daß sie das Bocksetzen durch Mannschaft im Wasser ausschlössen, dürften in der Praxis nicht eben häufig sein. Unser Autor zieht daher den Bock dem Ponton, der schwimmenden Unterstützung (barca) vor.

Vom deutschen „Divisions-Brückentrain" (wiedergegeben durch equipaggio da ponte divisionale), der in den Hauptstücken richtig gekennzeichnet ist (vergl. Pionier-Taschenbuch von 1892, S. 291), wird gesagt, er befinde sich in der Marschkolonne 9 km hinter der Reiterei an der Spitze und brauche drei Stunden zum Herankommen, so daß er nur einem Theile der Tête-Division zu gute kommen könne. Die entsprechende Marschordnung in Oesterreich-

Digitized by Google

Ungarn plazirt Pionier-Kompagnie und Brückenzeug nur 5 km bezw. eine Zeitstunde hinter der vordersten Spitze.

In Italien mußten die den Divisionen beigegebenen Sappeure vorkommenden Falles Behelfsbrücken herstellen (ponti di circonstanza); reglementarisches Material hatten sie nicht. Man mußte nehmen, was der Ort bot oder aus der Nachbarschaft herbeizuschaffen war. Das Suchen war mühselig und oft fruchtlos; zeitraubend immer; die Arbeit war bisweilen äußerst schwierig und wenig solide.

Es wurde daher daran gedacht, die Sappeur-Kompagnie mit einem Brückenzeuge auszustatten. Es wurde wie folgt zusammengesetzt:

Art der Wagen	Zahl	Mittleres Gewicht in kg			Der beladene Wagen ist m	
		Haket	Ladung	zusammen	hoch	lang (ohne Deichsel)
Balken-Haket mit dem Ponton-Bugstück (con pezzo a prora)	2	710	1450	2160	2,32	7,70
Balken-Haket mit dem prismatischen Theile	2	710	1465	2175	2,32	7,25
Balken- und Belag-Haket . .	1	710	1480	2190	1,60	7,25
Bock-Haket	1	760	1385	2145	1,95	5,40

Die Hakets sind vierspännig (trainati da 2 pariglie). Die Anstrengung der Zugpferde ist demnach sehr bedeutend, wenn man sich nicht auf guter, fester Straße bewegt. Bei hoher Lage des Schwerpunktes ist die Gefahr des Umwerfens groß; die bedeutende Länge der Wagen beeinträchtigt die Lenkbarkeit. Man hat verzichten müssen, auch nur ein Vorrathsrad mitzuführen. Bei der Vertheilung der Gegenstände kann es sich ereignen, daß der Bruch eines Rades das ganze Zeug lahmlegt. Das Hantiren mit dem Material ist schwierig und gefährlich, besonders für Mannschaft unter 1,64 m Leibeslänge, weil namentlich die Pontontheile sehr hoch gelagert sind. Dieselben sind an sich schwer und werden es

Digitized by Google

noch mehr, wenn sie, frisch aus dem Wasser gekommen, verladen werden müssen.

Die Uebungen im Pontonfahren überhaupt und im Ankerausfahren insbesondere nehmen viel Zeit in Anspruch und entziehen sie anderen unerläßlichen und wichtigen Zweigen des Pionierdienstes, namentlich dem Behelfs-Brückenbau, ohne den man trotz aller reglementsmäßigen Divisions- und Korps-Brückentrains doch nicht auskommen wird.

Frankreich hat den richtigen Weg gewiesen, indem es (für das in Rede stehende leichte Avantgarden-Brückenzeug) das Ponton ganz verworfen und den Birago-Bock als alleinige Stütze angenommen hat. Man habe eingeworfen: ein Schiffsgefäß sei doch sehr nützlich, wenn auch nur behufs Ueberwachung und Sicherung der Brücke gegen feindliche Zerstörungsversuche. Darauf sei zu erwidern: Dafür wird sich in der Nachbarschaft schon irgend ein Privat-Fahrzeug auftreiben, schlimmstenfalls wird sich ein Floß herstellen lassen.

Unser Autor neigt sich demnach im Allgemeinen zu dem französischen System; glaubt jedoch, dasselbe in einigen wesentlichen Stücken verbessern zu können.

Zunächst mißfällt ihm der Biragosche Bockholm (la banchina), der 118 kg wiegt. Zweitens könnten die Beine vereinfacht werden. Der dritte Abänderungs-Vorschlag betrifft das Verfahren des Bock-Setzens.

Diese drei Punkte sind näher zu erörtern.

Der Bockholm. Stahlrohr. 4,4 m lang. Im Querschnitt zusammengesetzt aus einem Quadrat von 17 cm Seite und anstoßendem Halbkreise. Letzterer bildet die Unterfläche; der Obertheil ist eckig gestaltet, um ein flaches Auflegen für die Streckbalken zu erhalten. Wandstärke 2 cm. Die angegebenen Maße sind der Zeichnung entnommen; die eingeschriebenen Maße, namentlich Wandstärke = 1 cm, ganze Höhe = 10,5 cm, können nicht richtig sein. Bei den hier angegebenen Maßen ergiebt sich das Volumen des Bockholmes = 977 cbdm, demnach — das spezifische Gewicht des Stahls = 7,9 gesetzt — das Gewicht des Bockholmes = 977 × 7,9 = 77 kg. Dies stimmt ganz gut zu der Angabe unseres Autors: Bei Inanspruchnahme der Brücke mit 600 kg pro qm werde ein Holm von 70 kg genügend standhaft sein. Diese kleine Rechnungs-

Digitized by Google

kontrole erschien zweckmäßig, um die Thatsache zu erhärten, daß im Vergleich zum Birago-Holm, der angeblich 118 kg wiegt, bei der Verwendung von Stahl für eins der Hauptverbandstücke rund 40 % an Gewicht gespart werden. Unser Bockholm wiegt 107 kg; die Ersparniß betrüge immer noch 34 %.

Der Holm ist selbstverständlich an den Enden so durchlocht, wie die Beine es verlangen. An beiden oberen Durchlochungsrändern befinden sich die Oesen für die Hängeketten. Letztere haben nicht lothrechte Stellung, sondern sind gleichlaufend mit den Bockbeinen, die in Viertel-Anlage stehen. Die französischen Vertikalbeine gefallen unserem Autor nicht; er hält die Vortheile der Schrägstellung für deren etwaige Nachtheile überwiegend.

Der Holm hat im unteren Rundtheile zwei kammartige Vorsprünge, die für die demnächst zu schildernden Aussetze-Ruthen (während des Bock-Vorbringens) Anhalt bieten. Die Holm-Oberfläche ist mit sechs Dollen-Paaren besetzt, zwischen welche die Streckbalken zu liegen kommen.

Die Bockbeine. Stahlrohre von kreisförmigem Querschnitt; äußerer Durchmesser 16 cm; Wandstärke 3 mm. Gewicht pro lfd. Meter = 12kg. Es sind zwei Formen vorhanden: Oberstücke und Verlängerungsstücke. Das Oberstück durchsetzt den Holm (wird von unten her durch dessen Durchlochung oder Spur [incasso] gesteckt). Es ist oben abgerundet geschlossen; dieser Kopf aber angemessen in der Richtung parallel zum Holm quer durchlocht, um die über einen Splintbolzen (chiavistello) gesteckten Glieder der zwei Tragketten aufzunehmen.

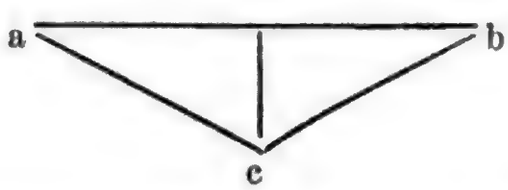
Das untere Ende der Oberstücke und beide Enden der Verlängerungsstücke sind mit Flantschen (ringförmigen Vorsprüngen; risalti anulari) versehen, die jedoch nicht, wie sonst bei Flantschenrohren, rechtwinklig zur Rohrachse, sondern unter 1 : 4 gegen dieselbe geneigt liegen, damit, wenn die Beine, ordnungsmäßig mit dem Holm verbunden, ihrerseits unter Viertel-Anlage zum Horizonte stehen, die Flantschen horizontal zu liegen kommen. Nöthig ist das nur bei den auf dem Grunde aufruhenden Beinenden, da aber jedes Rohrende in diese Lage kommen kann, müssen sämmtliche Flantschen diese Schiefstellung haben. Jeder Flantsch hat vier Bolzenlöcher, damit die übliche Flantschen-Verbindung hergestellt werden kann. Es lassen sich demnach mit Oberstücken allein Böcke mit Beinen von 2 m Länge herstellen,

Digitized by Google

durch Anschrauben von einem, zwei, allenfalls sogar drei Verlängerungsstücken Beine von 4, 6, 8 m Länge schaffen. An die jeweiligen untersten Flantschen wird die übliche Fußscheibe gebolzt. Sie ist hier ebenfalls von Stahlblech, mit einer Verstärkungsrippe an der Unterfläche, von der Form der Drachen (die die Knaben steigen lassen), die große Achse (in die Richtung des Holms fallend; Spitze nach außen) 60 cm, die Querachse 40 cm; Gewicht 30 kg.

Die Bocksetz-Vorrichtung. Ueber der Hinterachse des Hakets ist, in geeigneten Endstützen ruhend, eine liegende Winde mit Vorgelege und Handkurbeln an beiden Enden, ein Meter über der Wagenachse, angebracht. Der größte Abstand — vom tiefsten Punkte der Wagenachse bis zum höchsten der Winde — beträgt 1,25 m. Dieses Maß bildet die feste Basis eines schlanken Dreiecks, dessen unterer (dem Erdboden nächster) Schenkel in einer sogleich näher zu beschreibenden Schwungruthe (stanga) besteht, während den oberen Schenkel ein vom Vorderende der Schwungruthe zur Winde laufendes Tau bildet. Solcher Dreiecke sind zwei vorhanden, je eins dicht hinter den Naben der Hinterräder. Beide Dreiecke markiren demnach die Kanten eines liegenden dreiseitigen Prismas von veränderlichem Querschnitt, je nachdem die Leute an den Kurbeln das Windetau anziehen oder nachlassen und dem zufolge den Winkel, den die beiden Schwungruthen mit dem Horizonte bilden, ändern.

Die Schwungruthe, die die steife Seite des Dreiecks bildet, mißt rund 5 m. Dieselbe ist, möglichst leicht aus Flach- und Rundeisen zusammengefügt, in die bekannte tragfähige Form (Fischbauch; Sehnenträger):



gebracht. Das uferseitige Ende a geht in ein Halseisen aus, das die Hinterachse des Hakets umfaßt, also hier das Scharnier des beweglichen Dreiecks bildet; das stromseitige Ende b ist trogartig, der Unterseite des Bockholms entsprechend, geformt. Ein Querstück an diesem Ende und ein solches in der Mitte bei c bewirken den Zusammenhang der beiden Schwungruthen; ihre

Digitized by Google

Gestaltung zur liegenden Pyramide. Den Beginn der Arbeit bildet selbstverständlich das Legen des Landstoßes in der herkömmlichen Art. Dann fährt das mit der Bocksetz-Vorrichtung ausgestattete Haket, den Hinterwagen voran, in der Brückenlinie so vor (und wird selbstverständlich durch vorgelegte Steine, vorgeschlagene Pfähle oder sonst wie festgelegt), daß der (vorgängiger Peilung entsprechend mit Beinen versehene) Bockholm in das Tragende des Schwungruthenpaares eingelegt werden kann. Anziehen oder Nachlassen des Windetaues regulirt die Höhenlage des Holmes über dem Wasserspiegel, bezw. im Niveau der beabsichtigten Brückenlage.

Die durch die Winde begründete Schwingbarkeit im vertikalen Sinne macht die Arbeit auch bei geneigtem Ufer ohne Rampen-Ausschachtung möglich; man kann sogar, indem man die Vorderräder des Hakets abzieht, bei stark abschüssigem Ufer sofort an die Arbeit gehen.

Hat man durch Vorschieben des Apparates den Bock an die gewünschte Stelle gebracht, so sind die Beine auf den Grund zu stoßen, und ist durch Festlegen der Aufhängekette die Bockstellung zu fixiren. Natürlich geht die Arbeit am leichtesten und schnellsten von statten, wenn die betreffenden Bedienungs-Nummern im Wasser stehen; es muß aber auch gehen, wenn sie auf dem Bockholm stehen oder rittlings sitzen.

Um die zweite Spannung herzustellen, fährt das Aussetz-Haket mit eingelegtem zweiten Bock selbstredend auf die dermalige Brücken-Tête vor.

Weiteres Eigenartiges bietet der Brückenbau nicht. Streckbalken und Belag sind wie bisher von Holz und erfahren die allgemein bei der Stell- oder Birago-Bockbrücke übliche Festlegung.

Kapitän Bignami schlägt für sein Avantgarden-Brückenzeug als Grundlage vor: 3 Böcke, also 4 Spannungen zu 5 m, oder in maximo 20 m Brückenlänge. Das gesammte Material berechnet er zu 3228 kg, also durchschnittlich, bei 3 Hakets, für eins derselben 1076 kg; der Wagen selbst mag 700 kg wiegen; also Gesammtgewicht eines Hakets 1776 kg, während bei der reglementsmäßigen italienischen Brücke das geringste Vollgewicht 2145 kg beträgt. Er bemerkt dabei, daß der Belag sich wohl noch erleichtern ließe. Er stellt folgende Dielenstärken in Centi-

Digitized by

metern zusammen: Italien 5; Frankreich 4; Deutschland 3,5 (jede Belagdiele 3,75 m lang, 0,26 m breit wiegt 17 kg); Oesterreich 4 cm; Schweiz 3,9; England 3 cm. Er will durchschnittlich nur 2 Schüsse pro Bein rechnen, also im Ganzen $2 \times 2 \times 2 \times 3 = 24$ lfd. m in den Train aufnehmen. Die Streckbalken sollen 40 kg wiegen (unsere 45).

Zum Schlusse sucht Kapitän Bignami nachzuweisen, daß und wie der eingeführte italienische Avantgarden-Train nach seinen Vorschlägen sich mit mäßigen Kosten würde umgestalten lassen; das ist eine häusliche Angelegenheit und Wirthschaftsfrage, die uns nicht interessirt.

4.

Brücken-System Reboux.

Das vorstehend in 3. citirte Märzheft der Rivista enthält unter den kurzen Notizen auf S. 492 eine solche aus Belgien über ein von einem Brüsseler Ingenieur (wohl Civil-Ingenieur) erfundenes Brückensystem, das, im direkten Gegensatze zu dem vorstehend in 3. behandelten Prinzip des Ausschlusses schwimmender Unterstützungen, nur solche anwendet.

Wir kennen Alle das Tonnen-Floß und die Tonnenbrücke (oder studiren sie im Pionier-Taschenbuch von 1892, S. 129 u. f.), diese kulturfortschrittsgemäße Ausbildung des uralten orientalischen Hautflosses, von dem wir als Gymnasiasten in Xenophons Anabasis oder später in Moltkes türkischen Briefen gelesen haben. Moltke selbst ist zweimal (und das zweite Mal etwas waghalsig und lebensgefährlich) auf solchem Vehikel den Euphrat hinuntergefahren.

Dasselbe Prinzip, in höchster technischer Modernität ausgebildet, ist die Grundlage des Systems Reboux.

Die Unterstützungen der Brücke sind Schwimmkörper (galleggianti), cylindrisch, 5 m lang bei 1 m Durchmesser; die Stirnenden, der besseren Wasserspaltung wegen, kegelförmig geschlossen; hergestellt aus dichtem, wasserundurchlässigen Gewebe, auf zwei Dritteln des Umfanges (des oberen aus dem Wasser ragenden)

Digitized by

mit dünnem Stahlblech überzogen. Wie dünn ist nicht angegeben; jedenfalls so dünn, daß der Sack nach Beseitigung der Luft sich flach zusammenlegen läßt, um bequemer transportirt werden zu können. Mit der Stahlblechhaut verbunden sind gußeiserne Muffen mit Scharnieren, die, nachdem Stahlrohre von 12 m Durchmesser bei 6 mm Wandstärke als Streckbalken eingelegt sind, geschlossen werden.

Das Aufblasen der Schwimmkörper soll entweder durch flüssige Kohlensäure bewirkt werden, die in (zur Zeit käuflichen) Stahl-Tuben unter 60 Atmosphären Druck mitgeführt werden, oder mittelst besonderer kleiner Pumpen die 6 cbm in der Minute leisten. Der Hohlraum des Schwimmkörpers beträgt 5,7 cbm. In beiden Fällen erfolgt das Aufblasen von den Endkegelspitzen aus, die den entsprechenden verschließbaren Ansatz für einen flexiblen Zuleitungsschlauch besitzen.

Nicht gerade vorzuschreiben aber zu empfehlen scheint der Erfinder den Ersatz des üblichen Holzbelages durch Wellblech (lamiere striate).

Daß der einzelne Schwimmkörper ein leicht und sicher regierbares Wasserfahrzeug nicht ist, liegt auf der Hand; es wird sich also der gewöhnliche streckenweise Bau nicht wohl ausführen lassen. Ordentliche Wasserfahrzeuge (die ersichtlich nicht im Train mitgeführt werden sollen, auf deren Beschaffung an Ort und Stelle man aber wohl rechnet) nimmt die Brücke allerdings in Anspruch, und zwar des Ankerausfahrens wegen, wie in der Mittheilung der Rivista ausdrücklich ausgesprochen wird. Hat man aber Boote oder Kähne irgend welcher Art zur Verfügung, so könnten dieselben auch zum Schleppen der einzelnen Schwimmkörper benutzt werden, und mit dieser Hülfe müßte auch streckenweiser Bau möglich sein. Ein solcher scheint aber gar nicht ins Auge gefaßt. Auch nicht gliederweiser Bau, der doch möglich sein müßte. Ueber die Herstellung der Brücke sind überhaupt nur wenig Worte gemacht, die hier in wörtlicher Uebersetzung Platz finden mögen, damit der Leser sie sich selbst deute:

„Die Brücke wird auf dem Lande, nahe am Ufer hergestellt. Die Schwimmkörper" (man muß annehmen rechtwinklig zum Ufer) „werden in 4 m Abstand von Achse zu Achse postirt. Die Belagfelder macht man alternirend" (kann nur heißen eine um die andere Spannweite) „fest und beweglich, um sich der Unebenheit

des Geländes anzupaſſen; die Letzteren werden feſtgelegt, ſobald ſie im Waſſer ſind. Die Schwimmkörper ruhen auf Wägelchen“ (wahrſcheinlich kleine Plattformen mit Blockrädern; die gebrauchte Vokabel „carelli“ iſt ebenſo unbeſtimmt wie „Wägelchen“) „und die ganze Brücke wird gleichzeitig ins Waſſer geſchoben“ (vien lanciato contemporaneamente nell' acqua). Die ganze Brücke muß demnach um 90 Grad in die Brückenlinie eingeſchwenkt werden! So ziemlich die ſchwierigſte Aufgabe, die gewandten Pontonieren geſtellt werden kann; zumal wenn man es mit ſtarker Strömung zu thun hat! Das Abſchwenken bezw. das Aufrichten einer ganzen zuſammenhängenden Brücke (ſelbſtverſtändlich nach Löſung bezw. vor Herſtellung der beiderſeitigen Uferſtrecken) war früher das Haupt-Paradeſtück bei unſeren Pontonier-Uebungen, iſt aber zur Zeit im Reglement gar nicht mehr vorgeſehen — im XII. Abſchnitt des Pionier-Taſchenbuchs von 1892 wenigſtens nicht. Die Ausführung des Manövers bei einer Brücke mit Reboux'ſchen Schwimmkörpern würde noch ganz erheblich ſchwieriger ſein als bei einer Pontonbrücke.

G. Schröder.

Digitized by Google

[illegible]
[illegible]

XI.

Die neue 75 mm Hotchkiß-Schnellfeuer-Feldkanone.

Eine vor Kurzem erschienene Broschüre*) bringt eine eingehende Beschreibung der in der Ueberschrift genannten neuen Feldgeschütz-Konstruktion der Société Anonyme des Anciens Établissements Hotchkiss & Co., Paris, und bietet so viel des Interessanten, daß wir im Nachfolgenden mit einigen Worten darauf eingehen.

Selbstverständlich handelt es sich für uns nur um die Hauptkonstruktionsgrundsätze, da es an Platz gebricht, die Einzelheiten näher zu berühren.

Das Geschütz soll für reitende oder fahrende Artillerie Verwendung finden und besitzt nur ein Gewicht von 1580 kg, so daß auf ein Pferd nur 263 kg entfallen. Dieses Gewicht ist zwischen Lafette und Protze annähernd gleich vertheilt, wobei Letztere aber ein Munitionsquantum von 48 Schuß mit sich führt. Bei Festsetzung des Kalibers von 75 mm ist man von der Anschauung ausgegangen, daß man hiermit jedenfalls die untere Grenze für ein wirkungsvolles Schrapnel erreicht hat, eine Ansicht, der man wohl allgemein zustimmen dürfte.**) Das Geschütz kann 8 gezielte

*) „Handbook of the Hotchkiss 75 mm rapid firing field-gun." London: Harrison and Sons, St. Martin's Lane, Printers in ordinary to Her Majesty.

**) Es mag hier gelegentlich bemerkt werden, daß Krupp in Chicago in Verbindung mit seinem 42 cm Geschütz — postirt ungefähr wie ein Zwerg zwischen den Beinen eines Riesen — eine Kanone von 37 mm ausgestellt hatte. Dieses Mignon-Kanönchen wiegt im Rohr einschließlich Verschluß 40 kg, die Lafette mit Achse und Rädern 46 kg.

Bei der Konstruktion ist in erster Linie an unsere kolonial-ostafrikanischen forcirten Forschungsreisen gedacht, eine Buschartillerie,

Digitized by Google

Schrapnelschüsse (Laden, Richten, Zünderstellen einbegriffen) und 15 Kartätschschüsse pro Minute abgeben.

Was zunächst das Rohr anlangt, so ist dasselbe nach den allgemeinen Grundsätzen der Mantelkonstruktion aufgebaut; bemerkenswerth ist nur, daß es konstanten Drall (7°) und 28 Züge besitzt, hinsichtlich deren allerdings aus der Broschüre nicht zu ersehen ist, ob es Parallel- oder Keilzüge sind. Die näheren Angaben über Länge, Gewicht u. s. w. befinden sich in der am Schluß dieser Zeilen angefügten Tabelle.

Der Aufsatz ist ähnlich unserem Feldgeschützaufsatz, nur enthält er eine seitlich angeordnete Stellschraube, mittelst deren man ihn einestheils durch Auf- oder Niederschrauben genau einstellen kann, die man aber anderntheils auch herauszuziehen vermag, so daß sie nicht mehr eingreift und man den Aufsatz nunmehr rasch um große Strecken verschieben kann, um dann nach Wiedereingriff der Stellschraube die Feineinstellung vorzunehmen. Die Visirung über Visir und Kornspitze soll übrigens nur zur groben Höhenrichtung benutzt werden, während für die feine Richtung sowohl Visirschieber als auch Korn die erforderlichen Vorrichtungen zur Dioptervisirung besitzen.

Der wichtigste Theil eines Schnellfeuergeschützes ist der Verschluß, und in dieser Hinsicht darf sich das 75 mm Hotchkiß-Geschütz dem Grusonschen Typ eines Schnellfeuergeschützes gegenüberstellen,

---

noch leichter als die leichteste Gebirgsartillerie; „Canon de fourrés" nennt der belgische Berichterstatter über „Krupp in Chicago" jenes kleinste Kaliber. Als Munition bezeichnet ist eine einfache Wandgranate und eine Kartätsche. Auch mit seiner Gebirgskanone, die Ringgranaten, Schrapnels mit Stahlmantel und Kartätschen schießt, ist Krupp unter Hotchkiß heruntergegangen, nämlich auf 60 mm. Dieses Rohr wiegt 90 kg (Seelenlänge 880 mm), ebensoviel die Lafette. Der Transport erfolgt durch drei Maulthiere (eins für Räder und Gabeldeichsel, die für dieses dritte Thier ebenfalls 90 kg Ladung ergeben).

So viel sich aus der knappen Beschreibung und der nach einer Photographie hergestellten Zeichnung ersehen läßt, hat die Buschkanone von 37 mm einen vertikalen Keilverschluß, der mittelst Hebel gesenkt und gehoben wird. Unverkennbar ist der „Spaten" am Lafettenschwanz, von dem unser belgischer Gewährsmann nichts sagt, den man aber aus dem Bilde als — Vorbild oder Nachbild? — Hotchkiß-gleich ersieht.

Anmerk. d. Red.

Digitized by

soweit es auf geringe Zahl der beweglichen Theile und Federn ankommt. Sowohl der Gruſonſche wie der Hotchkißſche Schnellfeuer-Verſchluß weiſen nur einige 20 bewegliche Theile und je zwei Federn einſchließlich aller Schrauben auf und bewerkſtelligen mit dieſem geringen Material Laden, Spannen und Auswerfen.

Wir haben aber bei dem Hotchkißverſchluß eine Vorrichtung vermißt, die wir als eine ſehr werthvolle Einrichtung des Gruſonſchen Verſchluſſes ſchätzen. Das iſt die Nachbrenner-Schutzvorrichtung. Gerade bei Schnellfeuergeſchützen halten wir eine derartige Vorrichtung für überaus nothwendig, für viel nothwendiger zweifellos wie bei Normalladern; denn der Bedienungsmann geräth durch die enorme Feuergeſchwindigkeit des Schnellfeuergeſchützes viel leichter in die Verſuchung den Verſchluß zu öffnen, ohne ſich erſt darum zu kümmern ob der Schuß überhaupt ſchon losgegangen iſt, als dies bei einem gewöhnlichen Feldgeſchütz der Fall iſt, wo die Verrichtungen der einzelnen Bedienungsmannſchaften ſo viel Zeit erfordern, daß die Uebereilung des Einzelnen von vornherein zwecklos iſt und damit die Verſuchung hierzu wegfällt. Abgeſehen hiervon möchten wir den Hotchkiß-Schnellfeuerverſchluß — ſoweit ſich nach Skizzen und Beſchreibung ein Urtheil gewinnen läßt — als eine ſehr glückliche Löſung der Frage eines praktiſchen Schnellfeuerverſchluſſes bezeichnen. Er bewegt ſich, wie der Gruſonſche, in einem vertikalen Keilloche und iſt in ſeiner Abwärtsbewegung durch eine Begrenzungsſchraube beſtimmt. Ein ſeine Stütze im Verſchlußſtück des Rohres findender Handhebel bewegt den Verſchluß auf und nieder und ſpannt hierbei gleichzeitig den Hahn, der in der Mitte des ausgehöhlten Verſchluſſes ſitzt. Der Hahn wird dann durch einen Sperrhebel, der in eine Raſt einſchnappt, ſo lange in der geſpannten Stellung feſtgehalten, bis der Kanonier durch einen Ruck an der Abzugsſchnur ein Abzugsſtück in die Höhe und damit einen Auslöſungshebel auf den Sperrhebel drückt, der dann den Hahn frei macht. Ein ſehr einfacher Auswerfer wirkt ohne jedwede Feder derart, daß er beim Abwärtsbewegen des Keiles die Metallkartuſche auswirft. Am ganzen Verſchluß giebt es nur zwei Federn, nämlich diejenige welche dem Hahn die erforderliche Spannung zum Vorſchnellen giebt, und diejenige, welche den Sperrhebel in die Spannraſt des Hahnes drückt. Im Uebrigen werden alle Bewegungen der einzelnen Theile durch geſchickte Anordnung von Leitfurchen im Keil und von entſprechenden

Digitized

Schubstangen bewirkt. Die Konstruktion ist dabei derartig, daß sich der Verschluß weder von selbst öffnen kann, noch daß ein Abfeuern vor vollständig geschlossenem Verschluß möglich ist. Außerdem ist noch ein sogenannter „Exerzirhaken" vorgesehen, welcher zwischen Schlagfeder und Hahn eingeschaltet wird, sobald es sich nur um Exerzirzwecke handelt, und der dann die Schlagfeder abspannt.

Die Laffete ist ein starres System, vermeidet also jedwede Federn und hydraulischen Puffer und ebenso auch jede Trennung in bewegliche Ober- und in Unterlaffete. Die Konstrukteure begründen dies damit, daß andauernde Versuche mit all' dergleichen ihnen die Ueberzeugung gebracht hätten, daß kein Vortheil dadurch erreicht werde, daß man vielmehr hierdurch nur zu Gewichtsvermehrung gelange, ohne auf anderem Gebiete entsprechend zu gewinnen. Speziell durch Federn und sonstige elastische Zwischenmittel vermindere man zwar die Anstrengung der Laffete, man mache sie aber gleichzeitig so komplizirt, daß man die Gewichtsersparniß auf andere Weise wieder reichlich zusetze. Der Rücklauf wird durch einen Spaten am Laffetenschwanz aufgehoben und zwar so energisch, daß — nachdem sich der Spaten nach 1 bis 2 Schuß in den Boden eingegraben hat — der Rücklauf thatsächlich als beseitigt angesehen werden kann. Die Konstrukteure behaupten nun, daß das Ziel nunmehr nach jedem Schuß fast gar nicht aus der Visirlinie verschwindet, sondern daß die Räder, die natürlich beim Schuß um den Spaten als Drehpunkt in die Höhe gehoben werden, etwa wieder auf denselben Punkt niederfallen, so daß der den Richtbaum handhabende Kanonier von Schuß zu Schuß keine irgend wesentliche Seitenkorrektur vorzunehmen habe. Nur praktische Schießversuche können darthun, in wie weit dem wirklich so ist, und ob nicht — namentlich bei weichem Boden — das Eingraben des Spatens ein wesentliches Hemmniß bildet, sofern es sich um plötzliche Richtungsänderungen handelt. Es dürfte sich unseres Erachtens doch wenigstens empfehlen, zu erwägen, ob der Spaten nicht vortheilhafter abnehmbar oder umklappbar zu konstruiren wäre, um da ausgeschaltet werden zu können, wo die Bodenbeschaffenheit zu tiefes Eindringen befürchten läßt. Der ganze Aufbau der Laffete ist übrigens derart, daß eine Linie, vom Mittelpunkt der Schildzapfen bis zum Auflagerpunkt des Laffetenschwanzes auf dem Erdboden gezogen, etwa mit der Mittellinie der Laffetenwände zusammenfällt, so daß diese Letzteren durch den

Digitized by Google

Rückstoß fast nur auf Druck, nicht aber auf Biegung in Anspruch genommen werden. Die Achse ist in ihrem mittleren Theil hohl, ihre starre Verbindung mit den Laffetenwänden ist durch „Achsenplatten" gewährleistet, während der Zusammenhalt der Laffetenwände unter sich durch verschiedene Querverbindungen gesichert ist. Die Richtvorrichtung ist eine Zahnbogen-Richtmaschine, welche durch ein entsprechendes Vorgelege eine außerordentlich schnelle Aenderung der Höhenrichtung gestattet. An Zubehörstücken werden an der Laffete nur der abnehmbare Richtbaum und Verschluß- und Mündungsüberzüge mitgeführt. Infolge Anwendung des Spatens ist, wie hier noch bemerkt sein soll, von einer anderweiten Schußbremse Abstand genommen und nur noch eine Fahrbremse für den Bedarf auf Märschen angebracht worden.

Die Protze birgt, wie wir schon erwähnten, 48 Schuß, welche in Gruppen zu je 8 horizontal gelagert sind. Außerdem werden an der Protze noch eine Anzahl von Schanzzeug-, Zubehör- und Vorrathsstücken fortgeschafft, die wir hier füglich übergehen können.

Der Munitionswagen besteht aus Vorder- und Hinterwagen, die beide ganz gleich der Geschützprotze sind, nur daß der Hinterwagen statt der Deichsel einen entsprechenden Tragebaum zum Aufprotzen auf die Munitionswagenprotze besitzt. An Stelle dieses Baumes kann übrigens in wenigen Minuten eine Deichsel gesetzt werden, so daß jeder Hinterwagen auch jederzeit als Geschützprotze verwendet werden kann. Vorder- wie Hinterwagen transportiren je 48 Schuß und im Uebrigen verschiedenartige Zubehör- und Reservestücke.

Die Munition besteht aus Granaten, Schrapnels und Kartätschen; die Geschosse sind durch metallene — aus Aluminium gefertigte — Patronenhülsen mit der Kartusche verbunden und sind sämmtlich von gleicher Länge (0,28 m) und gleichem Gewicht (6,0 kg).

Die Granate ist einwandig, cylindro-ogival mit vorderer Centrirung und hinterer (Kupfer-)Führung. Die Spitze ist geschlossen wie bei unseren Panzergranaten, der Zünder sitzt im Boden eingeschraubt.

Das Schrapnel besteht aus einem cylindrischen Theil aus Schmiedeeisen, wieder mit vorderer Centrirung und hinterer (Kupfer-) Führung, einem vorn eingeschraubten Kopf aus Gußeisen, der die Sprengladung und den Zünder aufnimmt, und dem stählernen

Digitized by Google

Boden. Die Zerlegung des cylindrischen Theiles ist durch Furchen vorgezeichnet, die Füllung besteht aus 165 Hartbleikugeln, welche zwischen gußeiserne Trennstücke gepackt sind, deren jedes wieder in 6 Stücke zerspringen soll, so daß hierdurch noch 66 Sprengstücke entstehen. Die Kartätsche ist ähnlich der unseren und durch eine hölzerne Spitze auf dieselbe Länge wie die anderen beiden Geschosse gebracht. Sie enthält 200 Hartbleikugeln.

Die Kartusche besteht aus 800 g französischem rauchlosen BN_4 Pulver und einer Initialladung von 5 g Gewehrpulver.

Die Zünder zerfallen in den Perkussionszünder der Granate und den Doppelzünder des Schrapnels. Die Konstruktion des ersteren ist ohne Weiteres verständlich, wenn man sich bei unserem Feldgranatzünder C/80 den Bolzenträger wegdenkt und an Stelle des Schlagbolzens einen Cylinder setzt, der mit Blei ausgegossen ist. Beim Schuß streift sich der innere Bleikern des Schlagbolzens über die — aufgerauhte — Nadel, so daß Nadel und Schlagbolzen nunmehr ein Ganzes bilden und beim Aufschlag vereint gegen die Zündpille vorfliegen.

Der Doppelzünder enthält in seinem unteren Theil den eben erwähnten Perkussionszünder, in seinem oberen einen Zeitzünder, bei welchem ein Pillenbolzen, wie bei unserem Feld-Schrapnelzünder C/83, in einem Bolzenträger hängt, der beim Schuß abreißt, so daß die Zündpille durch die Nadel angestochen wird. Der Satz ist in eine Bleiröhre gepreßt und spiralförmig angeordnet, genau wie beim französischen Doppelzünder. Durch ein besonderes Instrument wird der Satz an der betreffenden Stelle angebohrt, von welcher aus die Entzündung vor sich gehen soll. Etwas Neues ist hierbei nicht. Zu erwähnen ist nur, daß der Zünder der Gewichtsersparniß halber aus Aluminium ist, und daß er eine Eintheilung bis zu 15″ hat, was etwa einer Entfernung von 4500 m entspricht.

Die Bedienung erfordert nach dem Reglementsentwurf, den die eingangs erwähnte Broschüre enthält, 6 Mann, deren Pflichten folgende sind:

Kanonier 1 steht links des Verschlusses außerhalb des linken Rades. Er ist Geschützführer, giebt die Kommandos, stellt den Aufsatz, prüft die Stellung des Zünders, richtet und bedient das linke Rad (bei etwaigem Rücklauf).

Digitized by Google

Kanonier 2 ſteht rechts des Verſchluſſes außerhalb des rechten Rades. Er öffnet und ſchließt den Verſchluß, feuert ab und bedient das rechte Rad.

Kanonier 3 ſteht links des Richtbaumes, eingedeckt auf Kanonier 1. Er handhabt den Richtbaum.

Kanonier 4 ſteht 3 m links vom Laffetenſchwanz, nimmt ſich die Munition aus dem Munitionstorniſter, bohrt den Zünder an, entſprechend dem Kommando von Kanonier 1, ladet und hilft, wenn nöthig, am linken Rad.

Kanonier 5 ſteht an der Protze, verſieht Kanonier 4 mit Munitionstorniſtern und hilft, wenn nöthig, am rechten Rad.

Kanonier 6 ſteht ebenfalls an der Protze und füllt Munitionstorniſter.

In dem proviſoriſchen Reglement ſind außerdem noch drei Reſervenummern vorgeſehen, welche bei eintretenden Verluſten die Funktionen der ausfallenden Kanoniere übernehmen. Natürlich läßt ſich aber auch die Bedienung mit weniger als 6 Nummern durchführen. Bei einem Beſtand von nur 3 Kanonieren würde beiſpielsweiſe Kanonier 1 die Verrichtungen des Kanoniers 4, Kanonier 2 die des Kanoniers 3 und Kanonier 5 die des Kanoniers 6 mit übernehmen.

Wir fügen nun noch die Schußtafel und die Tabelle der Maße und Gewichte an.

Digitized

Schußtafel der 75 mm Hotchkiß-Schnellfeuerkanone.

Ladung 0,800 kg BN_4. Anfangsgeschwindigkeit 530 m. Geschoßgewicht 6,000 kg. Abgangsfehler 0° 17′.
Länge der Visirlinie 1000 m.

Schußweite	Abgangswinkel		Erhöhungswinkel		Erhöhung	Abweichung	Seitenverschiebung	Flugzeit	Fallwinkel		Endgeschwindigkeit
m	°	′	°	′	mm	m	mm	″	°	′	m
100	0	6	.	.	.	.	.	0,2	.		516
200	0	12	.	.	.	.	.	0,4	.		503
300	0	19	0	2	0,6	.	.	0,6	.		489
400	0	25	0	8	2,4	.	.	0,8	.		475
500	0	35	0	16	4,6	0,1	0,2	1,0	0	37	461
600	0	41	0	24	6,8	0,2		1,2			448
700	0	48	0	31	9,0	0,2		1,5			436
800	0	56	0	39	11,3	0,3		1,7			424
900	1	4	0	47	13,7	0,4		2,0			412
1000	1	13	0	56	16,3	0,5	0,5	2,2	1	30	401
1100	1	22	1	5	19,0	0,6		2,5			390
1200	1	32	1	15	21,7	0,7		2,8			380
1300	1	41	1	24	24,4	0,9		3,0			370
1400	1	51	1	34	27,3	1,1		3,3			361
1500	2	1	1	44	30,3	1,3	0,9	3,6	2	42	352
1600	2	12	1	55	33,5	1,5		3,9			343
1700	2	24	2	7	36,9	1,7		4,2			336
1800	2	36	2	19	40,4	2,0		4,5			329
1900	2	48	2	31	43,9	2,3		4,8			322
2000	3	00	2	43	47,5	2,6	1,6	5,1	4	14	316

Digitized by Google

[Fortsetzung.]

Schußweite	Abgangs-winkel		Erhöhungs-winkel		Erhöhung	Abweichung	Seiten-verschiebung	Flugzeit	Fallwinkel		End-geschwindig-keit
m	°	′	°	′	mm	m	mm	″	°	′	m
2100	3	13	2	56	51,2	3,0		5,4			311
2200	3	26	3	9	55,0	3,4		5,7			306
2300	3	40	3	23	59,1	3,8		6,1			301
2400	3	54	3	37	63,2	4,3		6,4			297
2500	4	9	3	52	67,6	4,8	1,9	6,7	6	7	293
2600	4	24	4	7	72,0	5,4		7,0			289
2700	4	40	4	23	76,6	6,0		7,4			285
2800	4	56	4	39	81,3	6,7		7,7			281
2900	5	12	4	55	86,1	7,4		8,1			277
3000	5	29	5	12	91,0	8,1	2,7	8,4	8	20	273
3100	5	46	5	29	95,9	8,9		8,8			270
3200	6	3	5	46	101,0	9,8		9,2			267
3300	6	21	6	4	106,3	10,7		9,6			263
3400	6	40	6	23	111,8	11,7		10,0			260
3500	6	59	6	42	117,4	12,7	3,7	10,4	10	55	257
3600	7	18	7	1	123,1	13,9		10,8			253
3700	7	38	7	21	128,9	15,1		11,2			250
3800	7	58	7	41	134,9	16,4		11,6			247
3900	8	19	8	2	141,1	17,7		12,1			244
4000	8	40	8	23	147,4	19,1	4,8	12,5	13	51	242

Digitized by Google

[Fortsetzung.]

Schußweite	Abgangswinkel		Erhöhungswinkel		Erhöhung	Abweichung	Seitenverschiebung	Flugzeit	Fallwinkel		Endgeschwindigkeit
m	°	′	°	′	mm	m	mm	″	°	′	m
4100	9	2	8	45	153,9	20,5		13,0			239
4200	9	25	9	8	160,7	22,1		13,4			236
4300	9	48	9	31	167,6	23,8		13,8			233
4400	10	11	9	54	174,5	25,6		14,3			231
4500	10	35	10	18	181,7	27,5	6,2	14,7	17	9	238
4600	11	00	10	43	189,3	29,5		15,1			225
4700	11	26	11	9	197,1	31,6		15,6			223
4800	11	52	11	35	204,9	33,9		16,1			220
4900	12	18	12	1	212,8	36,3		16,6			218
5000	12	45	12	28	221,0	38,9	8,0	17,2	20	51	215
5100	13	13	12	56	229,6	41,6		17,7			213
5200	13	42	13	25	238,5	44,4		18,2			210
5300	14	12	13	55	247,7	47,4		18,7			208
5400	14	42	14	25	257,0	50,6		19,2			206
5500	15	12	14	55	266,4	54,0	10,2	19,8	25	4	203
5600	15	43	15	26	276,0	57,6		20,4			201
5700	16	15	15	58	286,1	61,5		20,9			199
5800	16	49	16	32	296,8	65,5		21,5			196
5900	17	26	17	9	308,6	69,7		22,1			194
6000	18	6	17	49	321,4	74,2	13,0	22,8	29	53	192

Digitized by Google

Gewichte und Abmessungen.

Rohr.

Kaliber	mm	75
Gesammtlänge	=	2144
Länge der Seele	Kal.	26
Drall	Grad	7
Zahl der Züge		28
Länge der Visirlinie	mm	1000
Gesammt-Rohrgewicht	kg	360

Munition.

Gewicht der Kartuschhülse	kg	0,375
= = Ladung	=	0,800
= des Geschosses	=	6,000
Gesammtgewicht von Ladung, Hülse und Geschoß	=	7,180
Gesammtlänge von Geschoßspitze bis Hülsenboden	mm	522
Länge des Geschosses mit Zünder	Kal.	3,74
Sprengladung der Granate	g	165
= des Schrapnels	=	90
Zahl der Kugeln und Sprengstücke im Schrapnel		231
Gewicht = = = = = =	kg	3,600
Wirksames Gewicht des Schrapnels	pCt.	60
Zahl der Kartätschkugeln		200

Laffete.

Schildzapfenhöhe	mm	965
Geleisbreite (dasselbe bei Protze und Munitionswagen)	=	1380
Raddurchmesser (dasselbe bei Protze und Munitionswagen)	=	1430
Gewicht eines Rades (dasselbe bei Protze und Munitionswagen)	kg	76
Größte Elevation	Grad	25
= Inklination	=	8
Gewicht des Laffetenkörpers	kg	258
= der Zubehörstücke	=	10
Gesammtgewicht der kompleten Laffete	=	420
= = = = mit Rohr	=	780

Digitized by Google

Protze.

Gewicht der leeren Protze	kg	410
= = Zubehörstücke	=	46
= = Munition	=	344
Anzahl der mitgeführten Schuß		48
Gewicht der vollbeladenen Protze	kg	800

Munitionswagen.

Gewicht der Munition pro Wagen	kg	688
Zahl der Schuß pro Wagen		96
Gewicht des beladenen Wagens Nr. 1, 4 u. 7 je	kg	1614
= 2, 5 u. 8 je	=	1620
= 3, 6 u. 9 je	=	1665

Zahl der Schuß pro Batterie		1152
= = = = Geschütz		192
Gesammtzuglast für das Geschützgespann	kg	1580
Zuglast pro Pferd	=	263
Schwerste Gesammtzuglast für das Munitionswagengespann	=	1665
Zuglast pro Pferd	=	277
Lebendige Kraft an der Mündung auf das Kilogramm Rohrgewicht	mkg	239
Lebendige Kraft an der Mündung auf das Kilogramm des Gewichtes des Rohres in Laffete	=	110
Lebendige Kraft an der Mündung auf das Kilogramm der Gesammtzuglast für das Geschützgespann	=	54

Digitized by Google

XII.

Weitere Versuche über photographische Registrirung der Geschoßbewegung.

Von

F. Reesen.

(Hierzu zwei Tafeln.)

In meiner Mittheilung in dieser Zeitschrift 1892 S. 476 u. ff. wurde am Schlusse ein Versuch mit einem Geschoß erwähnt, bei welchem die photographische Platte lose im Geschoß gelagert war, wodurch bewirkt werden sollte, daß die Platte an der Geschoßrotation nicht theilnimmt. Dieser damals mißlungene Versuch ist inzwischen mit einer geeigneteren Konstruktion wiederholt worden. Die getroffene Anordnung war folgende (Fig. 1 u. 2):

In das Geschoß sind, mittelst seitlicher Schrauben befestigt, 2 Lagerplatten A und B eingelassen. Jede derselben hat in der Mitte eine Durchbohrung, welche zum Theil von den Gummipuffern c ausgefüllt ist. In dem übrigen Theil findet eine mit einer Stoßplatte h versehene leichte Stahlachse g Lagerung. Durchbohrungen in h (die aus der Zeichnung nicht ersichtlich sind), bewirken, daß der Schwerpunkt des Systems hg außerhalb der Achse liegt. Kleine Stahlplatten n schützen vor der direkten Berührung zwischen c und g. Der Platte h gegenüber ist ein Gummipuffer b in die Lagerplatte A eingelassen.

Die Einrichtung mit den photographischen Platten, bestehend aus einem Stahlblock T, ist lose auf die Achse g aufgeschoben, und zwar ist T excentrisch auf Achse g gelagert. Durchbohrungen in T bewirken eine möglichste Verminderung der Masse und des Trägheitsmomentes. Auf dem Blocke T werden vermittelst vier ihn

Digitized by Google

durchsetzende und durch Muttern angezogene Schrauben Schr die beiden photographischen Platten Sc und die dünnen gedrückten Kappen D festgehalten. Jede Kappe D hat eine kleine Oeffnung q. — Dieser letzteren gegenüber befinden sich in der Geschoßwandung zwei konisch zulaufende Löcher.

Zum Stützen der unteren Lagerplatte A ist eine bis auf den Geschoßboden reichende Stange e vorgesehen.

In die Achse g kann ein (nicht gezeichneter) Stab eingeschraubt werden, welcher die obere Lagerplatte B und eine Oeffnung in der Geschoßspitze lose durchsetzt; derselbe trägt außerhalb des Geschosses einen Flügel.

Bei dieser Anordnung war der Grundgedanke folgender:

Der Stoß beim Entzünden des Pulvers auf die ganze Einrichtung wird zunächst durch die Gummipuffer c gemildert; diese werden etwas zusammengedrückt, die Platte A hat sich der Platte h genähert. Auch der Stoß, welchen nun h erleidet, erfährt durch den Puffer b eine Milderung. Wegen der excentrischen Lagerung von g h wird bei beginnender Rotation der Mitnahme von g h ein Widerstand entgegengesetzt, dessen Bedingungen von mir an einem besonderen Apparat untersucht sind.*) Sollte nun auch g h allmählich in Rotation gerathen, so wird das Mitreißen der eigentlichen photographischen Einrichtung S T wieder dadurch gehindert, daß auch diese Einrichtung auf q excentrisch gelagert ist. Schließlich giebt der eingeschraubte Stab mit dem außerhalb des Geschosses angebrachten Flügel vermöge des Luftwiderstandes einen weiteren Widerstand gegen die Drehung der Einrichtung und zwar, wie sich bei dem Maxim-Nordenfeldschen Zünder ergeben hat, einen vollkommen sicheren.

Mit diesem Geschosse sind drei Versuche gemacht worden. Bei dem ersten (Geschwindigkeit 200 m) traf das Sonnenlicht die Platte nicht; aus ihm konnte daher nur der Beweis gezogen werden, daß die Einrichtung den Stoß ausgehalten hatte und in ihren Lagern ohne Klemmung locker geblieben war.

Bei dem zweiten Versuch (15 cm Kanone, 145 m Anfangsgeschwindigkeit) ergaben sich auf den beiden Platten die in Fig. 3 und 4 wiedergegebenen Zeichnungen. Bei Beurtheilung derselben ist zu beachten, daß, wie in meiner früheren Veröffentlichung aus-

*) Verhandlung der physikalischen Gesellschaft in Berlin. 1892 S. 35.

Digitized by Google

einandergesetzt wurde, für den Fall der Nichtmitnahme der Vorrichtung bei der Rotation des Geschosses nur auf der der Sonne zugekehrten Platte Zeichnung erscheinen muß. Wenn dagegen die Einrichtung mitgerissen wird, müssen beide Platten Zeichnungen aufweisen. Ein ferneres Unterscheidungsmerkmal ist das, daß im Falle der Nichtmitnahme bei jeder halben Umdrehung ein Punkt, im Falle der Mitnahme ein Linienstück gezeichnet werden muß.

Von den beiden Platten zeigt nur die anfänglich dem Sonnenstrahl zugewandte (Fig. 3) außer einer nicht in Betracht kommenden diffusen Schwärzung durch die Pulvergase an der Stelle a fünf Marken, die aus einem scharfen inneren Punkt mit seitlichen Verlängerungen bestehen, sodann an der Stelle b eine aus 2 übereinander liegenden Flecken bestehende Marke und an der Stelle c vier scharfe dreieckige Marken, schließlich an der Stelle d einen dicken Strich.

Die zweite Platte Fig. 4 weist von den unter a, b und c genannten Zeichnungen nichts auf, dagegen einen dicken Strich, welcher genau dieselbe Lage hat wie der Strich d auf der ersten Platte.

Die Punkte a liegen an dem Orte, auf welchen, wie nach früher beschriebener Methode ermittelt wurde, die Sonnenstrahlen direkt nach Verlassen des Geschützrohres von Seiten des Geschosses auffielen.

Da die Punkte a, b und c sich nur auf der einen Platte befinden, so kann bei der Zeichnung derselben die Platte nicht rotirt haben; bestätigt wird dieses dadurch, daß Punkte und nicht Striche gezeichnet sind. Die Verbreiterungen der Spuren können sowohl von kleinen Schwankungen der Platte als auch von der Ausbreitung der Lichteinwirkung herrühren. Das Letztere dürfte jedenfalls für die Punkte a zutreffen, da bei ihnen ein scharfer punktförmiger Kern zu erkennen ist. Diese 5 Punkte liegen dicht bei einander; demnach sind während der $2^1/_2$ Umdrehungen, welche dieselben darstellen, die Schwankungen der Achse gering gewesen.

Darauf erfolgte plötzlich eine starke Schwankung der Achse während des Verlaufes einer halben Umdrehung. Dann beruhigte sich die Achse etwas, wie solches durch die folgenden wieder dichter aneinander liegenden Zeichnungen b dargestellt wird. Bei dem weiteren Verlauf der Bewegung traf der Sonnenstrahl die Platte nicht mehr. Nur einmal noch, wahrscheinlich beim Aufschlagen fiel der Sonnenstrahl wieder auf (Zeichnung c); jetzt rotirte die

Digitized by Google

Platte mit dem Geschoß. Beweis: das Auftreten der Zeichnung auf beiden Platten.

Die aus fünf Punkten a zu entnehmende Bewegung stimmt sehr gut mit dem Ergebniß der früher veröffentlichten Versuche (Archiv 1892 S. 476 u. ff.); die auf Seite 486 mit Nr. 4 und 5 bezeichneten Schüsse, welche unter gleichen Bedingungen wie der eben besprochene Schuß abgegeben wurden, bewiesen nach Fig. 11 daselbst eine anfängliche geringe Bewegung der Achsenrichtung bis zur dritten Umdrehung. Von dieser an erfolgte plötzlich eine sehr starke Schwankung. Auch die durch die weiteren Punkte b dargestellte Bewegung findet sich in der Fig. 11 wieder.

Der Grund der plötzlich auftretenden Schwankung dürfte wohl darin zu suchen sein, daß während der ersten $2^1/_2$ Umdrehungen das Geschoß sich noch im Bereich der Pulvergase befindet und von diesen in seiner Richtung festgehalten wird.

Da sich aus dem Ergebnisse dieses Schusses kein Schluß darauf ziehen ließ, wie lange die photographische Platte an der Rotation sicher nicht theilnahm, erfuhren die Schußbedingungen dahin eine Aenderung, daß eine große Anfangsgeschwindigkeit gewählt wurde, um geringe Schwankungen der Achse und damit mehr Zeichnungen zu erhalten. Leider schlug bei diesem dritten Versuch (400 m Anfangsgeschwindigkeit) das Geschoß, welches von dem Anschußwall abgeprallt war, gegen einen Baum und zertrümmerte an demselben, so daß die ganze Einrichtung verloren ging.

Das Ergebniß der vorläufig durch diesen Unglücksfall beendeten Versuche glaube ich dahin zusammenfassen zu können, daß es möglich ist, eine Einrichtung in dem Geschoß so zu lagern, daß dieselbe an der Rotation, wenigstens sicher während der ersten Umdrehungen, nicht theilnimmt. Befindet sich das Geschoß aber in freier Luft, so kann nach den Erfahrungen am Maxim-Nordenfeldschen Zünder eine Mitnahme von der Rotation des Geschosses durch die erwähnten Flügel sicher verhindert werden. Ferner scheinen die Zeichnungen, soweit sie entstanden, das frühere mit der rotirenden Platte erhaltene Resultat zu bestätigen.

Digitized by

XIII.

Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve.

Von

E. Dekinghaus,

Lehrer an der Königlichen Baugewerkſchule in Königsberg i. Pr.

[Fortſetzung.]

XXI. Die Maximal-Schußweiten.

Wir wollen nunmehr die allgemeineren Gleichungen der Wurfweite für verſchiedene Rohrlängen, Kaliber, Pulverladungen, Geſchoßgewichte auf Grund der annähernd genauen Gleichung

213) $$v^2 = \frac{2kQ}{m} \ln \frac{l}{a}$$

aufſtellen, um den Einfluß kennen zu lernen, den dieſe Größen auf die Wurfweite äußern. Von beſonderem Werthe wird es ſein, zu unterſuchen, wie ſich die Verhältniſſe bei ähnlichen Geſchützſyſtemen geſtalten, wodurch man eine Anſchauung gewinnt über die Wirkungsweiſe der Geſchütze unter veränderten Umſtänden. Wir wollen hier zugleich an die bekannte Erfahrung erinnern, daß eine Maſchine in der Ausführung anders funktionirt als im Modell, indem hierbei die Widerſtände von eingreifender Bedeutung ſind.

Für ein erſtes Geſchütz haben wir

$$v_0^2 = 2kr_0^2 \pi \frac{a_0}{m_0} \ln \frac{l_0}{a_0},$$

für ein zweites

$$v^2 = 2kr^2 \pi \frac{a}{m} \ln \frac{l}{a}.$$

Hierin bedeutet $2r$ das Kaliber, a die Länge der Pulverladung, $m = G/g$ die Maſſe des Projektils vom Gewicht G, l die Seelenlänge des Rohres, v die Anfangsgeſchwindigkeit an der Mündung.

Digitized by

Wir haben also

214) $$\frac{v^2}{v_0^2} = \frac{G_0}{G}\,\frac{r^2}{r_0^2}\,\frac{a}{a_0}\,\frac{\ln l/a}{\ln l_0/a_0}.$$

Ist demnach v_0 für bestimmte Größen gegeben, so ist auch v für analoge Verhältnisse bekannt.

Ist L die Länge des Projektils und s sein spezifisches Gewicht, so besteht die Relation

$$G = \tfrac{2}{3}\, r^2\, \pi\, L s$$

wenn die Höhe der konischen Spitze der halben Geschoßlänge gleich ist. Bei einem andern Verhältniß wird der Koeffizient $^2/_3$ ein anderer.

Nunmehr ist

$$\frac{v^2}{v_0^2} = \frac{L_0\, a\, s_0}{L\, a_0\, s}\,\frac{\ln l/a}{\ln l_0/a_0}.$$

Ferner

$$\frac{U}{U_0} = \frac{r^2\, m_0\, v^2}{r_0^2\, m\, v_0^2},$$

d. i.

$$\frac{U}{U_0} = \frac{L_0\, s_0\, v^2}{L\, s\, v_0^2},$$

mithin wegen v^2/v_0^2 gemäß der ersten Formel

215) $$\frac{U}{U_0} = \frac{L_0^2\, a\, s_0^2}{L^2\, a_0\, s^2}\,\frac{\ln l/a}{\ln l_0/a_0}.$$

Für ein erstes Geschütz haben wir also

$$W_0 = \frac{\frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha}{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha},$$

für ein zweites

216) $$W = \frac{\frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha\,\frac{L_0\, a\, s_0}{L\, a_0\, s}\,\frac{\ln l/a}{\ln l_0/a_0}}{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha\,\frac{L_0^2\, a\, s_0^2}{L^2\, a_0\, s^2}\,\frac{\ln l/a}{\ln l_0/a_0}}.$$

Diese Gleichung gilt in dieser Form nur für Geschosse von cylindro-ogivaler Gestalt. Bei Kugelform müßte r statt L gesetzt werden. Die Querschnitte des Geschützes im Innern und die der Pulverladung sind vorläufig als gleich angesetzt. Ferner wird

Digitized by Google

vorausgesetzt, daß der Luftwiderstand nur in der Flugrichtung auf die Vorderfläche des Geschosses wirkt, also stets r^2 proportional bleibt, eine Annahme, die nicht immer erfüllt ist. Da der Widerstand der Masse $\frac{2}{3} r^2 \pi L s$ umgekehrt proportional ist, so ist der ganze Effekt desselben umgekehrt proportional der Länge des Geschosses, der Radius verschwindet aus den Formeln, woraus sich die wohl innerhalb mäßiger Grenzen zulässige Vorstellung ergiebt, daß unter sonst gleichen Verhältnissen die Wurfweite vom Kaliber unabhängig ist (Kalibergesetz).

Das Aehnlichkeitsverhältniß beider Geschütze sei n, d. h. die Seelenlänge l, die Pulverladung a, die Geschoßlänge L des einen sei n mal so groß als die des anderen, das spezifische Gewicht sei dasselbe, das Kaliber gleich oder verschieden.

Es ist dann

$$\frac{l}{a} = \frac{l_0}{a_0}, \quad \frac{L}{L_0} = \frac{a}{a_0} = n, \quad s = s_0,$$

und die Schußweite für das zweite Geschütz

$$217) \qquad W = \frac{\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha}{1 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \frac{\sin \alpha}{n}}.$$

Diese einfache Formel zeigt den Unterschied der Wirkung veränderter aber ähnlicher Verhältnisse. Ist also das zweite Geschütz in seinen oben genannten Dimensionen das n fache des ersten, so ist, wenn das Aehnlichkeitsverhältniß $n > 1$ ist, die Wurfweite stets größer, aber keineswegs n mal größer. Jedenfalls aber sind größere Geschütze weittragender als kleine. Die Vergleichung nämlich ergiebt

$$218) \qquad \frac{W}{W_0} = \frac{1 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha}{1 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \frac{\sin \alpha}{n}}.$$

Bei dem oben genannten Kruppschen Geschütz ist nahezu $\frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha = 1$ also

$$\frac{W}{W_0} = \frac{2}{1 + \frac{1}{n}}.$$

Digitized by Google

Wollte man ein noch größeres Geschütz konstruiren, dessen Dimensionen das Doppelte des ersten wären, so würde das Aehnlichkeitsverhältniß 2, also

$$\frac{W}{W_0} = \tfrac{4}{3},$$

und demnach die Wurfweite nur um $^1/_3$ größer sein. Die Tragweite der Kanonen hat eine Grenze, die auch von den denkbar größten nicht überschritten wird, z. B. im obigen Falle $2W_0$.

Bleiben die Verhältnisse wie früher und setzen wir noch für den allgemeinsten Fall voraus, daß auch die Geschoßdichtigkeit des zweiten Geschützes das nfache des ersten, also $\frac{s}{s_0} = n$ ist, so erhalten wir als Wurfweite

219)
$$W = \frac{\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \cdot n^2}{n^3 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}.$$

Man sieht, daß auch jetzt wieder $W \gtrless W_0$ werden kann. Ist $n = 2$, also doppelte Rohrlänge, Geschoßlänge, Pulverladung, Geschoßdichte, gleiches oder doppeltes Kaliber vorausgesetzt, so ist

$$\frac{W}{W_0} = \frac{n^2\left(1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha\right)}{n^3 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}$$

und wenn $\frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha = 1$,

$$\frac{W}{W_0} = \frac{8}{9},$$

also resultirt hieraus eine Abnahme der Wurfweite.

Bei dreifachen Dimensionen würde gar

$$\frac{W}{W_0} = \frac{9}{14} \text{ sein.}$$

Wäre andererseits $n = {}^1/_2$, so würde wieder

$$\frac{W}{W_0} = \frac{4}{9},$$

also die Wurfweite unter die Hälfte sinken.

Digitized by Google

Das Maximum findet statt, wenn

220) $$n = \sqrt[3]{\tfrac{8}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha},$$

wodurch

$$\frac{W}{W_0} = \frac{2 + n^3}{3n} \text{ wird.}$$

oder für das Kruppsche Geschütz mit $\alpha = 44°$, $U_0 = 11{,}05$ m $\frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha$ nahezu $= 1$

$$n = \sqrt[3]{2} = 1{,}2599,$$

$$\frac{W}{W_0} = \frac{4}{3\sqrt[3]{2}} = 1{,}058.$$

Würden also bei diesem Geschütz alle oben genannten Verhältnisse nebst den Geschoßdichtigkeiten um das Vielfache 1,26 oder um 26 pCt. vergrößert, so würde die Wurfweite um weniger als 6 pCt. zunehmen.

Diese Vermehrung der Schußweite ist im Verhältniß zu der im Prozentsatz bedeutend höheren Materialvermehrung nur geringfügig, und man muß hieraus schließen, daß die Dimensionen dieser Kruppschen 24 cm Kanone zur Erzielung einer großen Schußweite die entsprechenden sind. Eine photographische Darstellung dieser Kanone findet sich im Heft LXXXIII b. S. 10.

In einem bestimmten Falle kann

$$W = W_0 n,$$

sein, nämlich für

221) $$n = -\tfrac{1}{2} + \sqrt{\tfrac{1}{4} + \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}.$$

Sind zwei Geschütze nur in den Seelenlängen verschieden, so zeigt die Formel für wachsende Rohrlängen wachsende Wurfweiten, wenn von der Reibung abgesehen wird.

Was die Pulverladung betrifft, so zeigt der Ausdruck

$$a \ln l/a$$

daß eine Grenze im Verhältniß l/a vorhanden ist, welche den Ausdruck zum Maximum macht. Dieses findet, wie eine Differentiation ergiebt, statt bei

$$\frac{l}{a} = e = 2{,}718.$$

Digitized by Google

Bei diesem Verhältniß der Seelenlänge l zur Länge der Pulverladung findet ein Maximalschuß statt.

Verhalten sich die Geschoßlängen L umgekehrt wie ihre spezifischen Gewichte, d. h. ist $L\,s = L_0\,s_0$ und bleiben die übrigen Maße dieselben $a = a_0$, $l = l_0$ so verändern sich die Wurfweiten nicht.

Von Werth ist ferner, zu untersuchen, welchen Einfluß die maßgebenden Bewegungsfaktoren im Innern des Geschützes auf den Winkel der Maximalschußweite äußern.

Um diese Verhältnisse zu erörtern, gehen wir aus von den folgenden Formeln:

Für ein erstes Geschütz:

$$\sin \alpha_0^2 = \tfrac{1}{2} - \tfrac{2}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha_0^3,$$

für ein zweites:

$$\sin \alpha^2 = \tfrac{1}{2} - \tfrac{2}{3} \frac{U}{g} \sin \alpha^3.$$

In die letzte Formel haben wir

$$U = U_0 \frac{s_0^2\, L_0^2\, a\, \ln l/n}{s^2\, L\, a_0\, \ln l_0/n_0}$$

einzusetzen und erhalten nach geeigneter Zusammenziehung

$$\frac{L^2 s^2 \cos 2\alpha}{a \ln l/a \sin \alpha^3} = \frac{L_0^2 s_0^2 \cos 2\alpha_0}{a_0 \ln l_0/a_0 \sin 2\alpha_0^3} = C = \text{Konst.}$$

Demnach

$$222) \qquad \frac{L^2 s^2}{a \ln l/a} = \frac{C \sin \alpha^3}{\cos 2\alpha}.$$

In dieser Gestalt bietet die Formel ein geeignetes Mittel zur Bestimmung der Aenderungen des Winkels für veränderte Dimensionen. So kann man die Frage beantworten, in welcher Weise sich die Erhöhung mit der Geschoßlänge ändert.

Indem wir alles Uebrige unverändert lassen, differentiiren wir L nach α und erhalten

$$\frac{2 s^2\, L\, dL}{a \ln l/a} = \frac{2C \sin \alpha^2 \cos a}{\cos 2\alpha^2} (\tfrac{1}{3} - \sin \alpha^2)\, \delta\alpha.$$

Der Ausdruck rechts ist stets positiv, und wächst also L mit α, oder:

Digitized by Google

Unter sonst gleichen Umständen nimmt mit der Vergrößerung der Geschoßlänge die Erhöhung für die Maximalschußweite zu.

Da auch α mit s wächst, so folgt:

Mit der Dichtigkeit der Geschosse nimmt die Erhöhung für die Maximalschußweite zu.

Wir betrachten jetzt l und α als variabel und haben

$$\frac{a}{s^2 L^2} \frac{dl}{l} = -\frac{2C \cos \alpha}{\sin \alpha^4} \left(\frac{3}{2} - \sin \alpha^2\right) \delta \alpha.$$

Also:

Vergrößerte Rohrlängen ergeben kleinere Erhöhungen für die Maximalschußweite.

Endlich untersuchen wir noch die Abhängigkeit des Winkels von der Pulverladung. Es ist

$$\left(\ln \frac{l}{a} - 1\right) da = -\frac{2 s^2 L^2}{C} \left(\frac{3}{2} - \sin \alpha^2\right) \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha^4} \delta \alpha.$$

Also:

Ist das Verhältniß der Seelenlänge zur Ladungslänge größer oder kleiner als $l = 2{,}718$, so ist der Winkel maximaler Schußweite kleiner bezw. größer. Ohne Einfluß auf α bleibt die Ladung, wenn $\frac{l}{a} = e$ ist.

XXII. Die Kaliberverhältnisse.

In Bezug auf das Kaliber wollen wir einige Gleichungen aufstellen, aus welchen die Art und Größe dieses wichtigen Elementes in Rücksicht auf größte Wurfweite berechnet werden kann.

Wir wollen demzufolge die Relation

$$\frac{v^2}{v_0^2} = \frac{G_0 \, r^2 \, a \ln l/a}{G \, r_0^2 \, a_0 \ln l_0/a_0}$$

hierfür etwas umformen.

Bezeichnen wir mit Q die Ladung, so ist

$$\frac{v_0^2}{v_0^2} = \frac{G_0}{G} \frac{Q}{Q_0} \frac{\ln l/a}{\ln l_0/a_0}.$$

Digitized by Google

Weichen die Verhältniſſe l/a, l_0/a_0 nur wenig voneinander ab, ſo kann man angenähert ſetzen

$$\frac{v}{v_0} = \left(\frac{G_0}{G}\right)^{1/2} \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^n, \quad n = \frac{1}{1{,}8}$$

und ähnlich

223)
$$\frac{U}{U_0} = \frac{r^2}{r_0^2} \frac{v^2}{v_0^2} \frac{G_0}{G},$$

d. i.
$$\frac{U}{U_0} = \frac{r^2}{r_0^2} \left(\frac{G_0}{G}\right)^2 \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^{4n}.$$

n iſt von $1/2$ wenig verſchieden.

Die Wurfweite iſt alſo für den variablen Fall beliebigen Geſchoßgewichtes, Kalibers und Ladung

224)
$$W = \frac{\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \cdot \frac{G}{G_0}}{\left(\frac{Q_0}{Q}\right)^{2n} \left(\frac{G}{G_0}\right)^2 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha \cdot \frac{r^2}{r_0^2}}.$$

Es ſei die Ladung dieſelbe, $Q = Q_0$. Die Geſchoßgewichte ſind $G_0 = r^2 \pi L_0 s$, $G = r^2 \pi L s$. Sind dann etwa noch die Verhältniſſe der Geſchoßlängen L zum Kaliber $2r$ dieſelben, alſo $\frac{L}{L_0} = \frac{r}{r_0}$, und iſt endlich noch das geſuchte Verhältniß

$$\frac{r}{r_0}$$

alſo des Kalibers für maximale Schußweite mit z bezeichnet, ſo iſt

225)
$$W = \frac{\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \cdot z}{z^4 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha}.$$

Dieſe Gleichung beantwortet die Frage nach der Größe des Kalibers $r = z \cdot r_0$ für maximale Schußweiten gleicher Ladungen.

Die Differentiation ergiebt als Endreſultat

$$z = \sqrt[4]{\frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha}$$

Digitized by

$$W_m = \tfrac{8}{3}\frac{v_o^2}{U_o}\cos\alpha\sqrt[4]{\tfrac{1}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha}$$

226)

$$v = \frac{v_o}{z^{3/2}} = \frac{v_o}{\left(\tfrac{1}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha\right)^{3/8}}.$$

Da W_m bezüglich der veränderlichen Erhöhung eines zweiten absoluten Maximums fähig ist, so hat man nur die Gleichung nach α zu differentiiren, und man erhält als Erhöhungswinkel der absolut größten Schußweite für konstante U_o die Relation

$$\operatorname{tg}\alpha = \tfrac{1}{2}$$
$$\alpha = 26\tfrac{1}{2}°.$$

Um von diesen Formeln eine Anwendung zu geben, nehmen wir beispielsweise für das deutsche Infanteriegewehr M/71 folgende Data an. (Mieg, a. a. O.)

Die Anfangsgeschwindigkeit des Gewehrs sei $v_o = 450$ m, die Schußweite $W_o = 1500$ m, die Erhöhung $\alpha = 5° 58' 58''$, das Geschoßgewicht $G = 25$ Gramm, die Ladung $Q = 5$ Gramm, das Kaliber $2r_o = 11$ mm.

Es ist dann

$$U_o = 129{,}4 \text{ m}, \quad \tfrac{1}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha = 1{,}798.$$

Die Bestimmung des Kalibers für die größte Schußweite giebt die Formel

$$z = \frac{r}{r_o} = \sqrt[4]{\tfrac{1}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha} = 0{,}88.$$

Dies Verhältniß zeigt, daß das Gewehr statt des Kalibers von 11 mm ein solches von nur $0{,}88 \cdot 11 = 9{,}68$ mm haben müßte, wenn es der größtmöglichen Schußweite unter dem obigen Erhöhungswinkel entsprechen sollte.

Das Geschoßgewicht müßte also gemäß der Formel

$$\frac{G}{G_o} = z^3 = \left(\tfrac{1}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha\right)^{3/4}$$

anstatt 25 g nur das Gewicht

$$G = 25 \cdot (0{,}88)^3 = 17 \text{ g}$$

haben, und die Geschwindigkeit würde sich von 450 m auf

$$v = \frac{v_o}{(0{,}88)^{3/2}} = 545 \text{ m}$$

erhöhen. Die Ladung bleibt dieselbe.

Digitized by

Sollte für diese ebenfalls das Verhältniß $\frac{Q}{Q_0} = z$ verlangt werden, so ergiebt sich aus

227) $$W = \frac{\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \cdot z}{z^3 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}$$

für das Maximum der Schußweite

$$z = \frac{r}{r_0} = \sqrt[3]{\tfrac{2}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha} = (0{,}7492)^{1/3} = 0{,}908.$$

Hiernach wäre das Kaliber $11 \cdot 0{,}908 = 10$ mm, das Geschoßgewicht 18,7 g und die Ladung 4,54 mit der Geschwindigkeit

$$v = \frac{v_0}{\sqrt{\frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}} = 520 \text{ m}.$$

Im allgemeinsten Falle beliebiger Ladung ist

228) $$W = \frac{\frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha \cdot z}{\frac{Q_0}{Q} z^4 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha} \qquad n = \tfrac{1}{2}$$

also für das Maximum

229) $$z = \frac{r}{r_0} = \sqrt[4]{\tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha\,\frac{Q}{Q_0}}.$$

Wir wählen für das französische Gras-Gewehr die folgenden Werthe (Mieg a. a. O.): $v_0 = 430$ m, $W_0 = 1200$ m, $\alpha = 4° 8' 40''$; hieraus folgt $T = 4{,}99$, $U_0 = 126{,}7$ m, demnach

$$\frac{r}{r_0} = \sqrt[4]{\tfrac{4}{3}\cdot\frac{126{,}7}{10}\sin\alpha} = 0{,}8.$$

Das Kaliber 11 mm muß also um ein Fünftel vermindert werden, und das Geschoßgewicht würde demnach anstatt 25 g ungefähr 13 g zu betragen haben, wenn man unter der obigen Erhöhung eine Maximalschußweite erreichen will.

Die Gleichung der Flugbahn kann ebenfalls einer Diskussion unterworfen werden.

In

230) $$y = x\,\mathrm{tg}\,\alpha - \frac{g x^2/\cos\alpha}{v_0^2\frac{G_0}{G}\cdot\left(\frac{Q}{Q_0}\right)^{2n}\left(2\cos\alpha - \frac{4}{3}\frac{U_0}{v_0^2}\frac{r^2}{r_0^2}\frac{G_0}{G}x\right)}$$

Digitized by Google

ist das zweite Glied die Fallhöhe, welche für rasante Schüsse möglichst klein sein muß. Für eine bestimmte Schußweite x trifft dies für größere Anfangsgeschwindigkeit, größere Ladung und kleineres Kaliber zu. Bezüglich des Geschoßgewichtes G wird die Fallhöhe am kleinsten, wenn

$$G = G_0 \cdot \tfrac{4}{3} \frac{r^2}{r_0^2} \frac{U_0}{v_0^2} \frac{x}{\cos \alpha} \qquad \text{ist.}$$

Bei gleichem Kaliber würde, wenn $x = 1000$ m, das Geschoß etwa $\frac{5}{6}$ von G_0 sein. Nimmt dagegen mit Abnahme des Kalibers auch das Geschoßgewicht ab, und sind der Stabilität wegen die Verhältnisse zwischen Geschoßlänge und Kaliber dieselben, also $L : L_0 = r : r_0$, so wird die entsprechende Gleichung

231) $$\left(\frac{r_0}{r}\right)^3 \left(2 \cos \alpha - \frac{4 U_0 \cdot x}{3 v_0^2} \cdot \frac{r_0}{r}\right)$$

für $\frac{r}{r_0} = \frac{8}{9} \frac{U_0 x}{v_0^2 \cos \alpha}$ zu einem Maximum. Wenn $x = 1000$ m ist und die Ladungen gleich sind, so wird das Kaliber ungefähr $^3/_5$ des Gegebenen sein.

Diese Bestimmungsgleichungen für die Geschoßverhältnisse bei maximalen Entfernungen dürften von Interesse sein.

Die Formel für die Horizontalprojektion der Geschwindigkeit

232) $$v_x = v_0 \cos \alpha \sqrt{\frac{G_0}{G} \cdot \frac{Q}{Q_0}} \left(1 - \frac{2 x U_0 r^2 G_0}{3 \cos \alpha v_0^2 r_0^2 G}\right)^{3/2}$$

ist ebenfalls eines Maximums fähig. Dabei können die Geschosse beliebige Form haben. Für ähnliche Formen $L : r = L_0 : r_0$ wird die entsprechende Gleichung

$$v_x = v_0 \cos \alpha \sqrt{\frac{Q}{Q_0}} \left(\frac{r_0}{r} - \frac{2 x U_0}{3 \cos \alpha v_0^2} \frac{r_0^2}{r^2}\right)^{3/2}$$

zu einem Maximum für

$$\frac{r}{r_0} = \tfrac{4}{3} \frac{U_0 \cdot x}{\cos \alpha \, v_0^2}$$

nämlich

233) $$v_x = v_0 \cos \alpha \sqrt{\frac{Q}{Q_0}} \left(\frac{3 v_0^2 \cos \alpha}{8 U_0 x}\right)^{3/2}.$$

Ist wie früher $v_0 = 430$ m, $U_0 = 126{,}4$, und setzen wir $x = 900$ m,

Digitized by Google

so wird $\frac{r}{r_0} = 0{,}78$ und $v_x = v_0 \cos\alpha \sqrt{\frac{Q}{Q_0}} \left(\frac{r_0}{2r}\right)^{3/2}$, also bei gleicher Ladung etwa = 215 m.

In der Hauptformel

$$W = \frac{\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \frac{G}{G_0}}{\left(\frac{Q_0}{Q}\right)^{2n} \left(\frac{G}{G_0}\right)^2 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin\alpha \frac{r^2}{r_0^2}}$$

ist $\frac{G}{G_0} = \frac{r_0 L s}{r_0^2 L_0 s_0}$, L bedeutet die Geschoßlänge, s das spezifische Gewicht.

Demnach

$$234) \qquad W = \frac{\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \frac{L}{L_0} \frac{s}{s_0}}{\left(\frac{Q_0}{Q}\right)^{2n} \left(\frac{r L s}{r_0 L_0 s_0}\right)^2 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin\alpha}.$$

Hieraus resultirt Folgendes:

Größere Ladungen bedingen größere Wurfweiten.

Bei gleicher Geschoßlänge und Dichtigkeit nimmt mit abnehmendem Kaliber und Geschoßgewicht die Wurfweite zu.

Für gleiches Geschoßgewicht $G = G_0$ ist $r^2 L s = r_0^2 L_0 s_0$ mithin bei gleichem Material $\frac{L}{L_0} = \frac{r_0^2}{r^2}$; führen wir diese Relation in die Formel ein, so ergiebt sich unter Voraussetzung der Stabilität der Bewegung:

Bei gleichem Geschoßgewicht nimmt mit abnehmendem Kaliber die Wurfweite zu.

Das Maximum von W wird erreicht für

$$235) \qquad \left(\frac{Q_0}{Q}\right)^n \frac{r L s}{r_0 L_0 s_0} = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin\alpha},$$

und ist

$$W = \frac{3}{4} \frac{v_0^2 \cos\alpha}{U_0} \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^n \frac{r_0}{r} \sqrt{\frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin\alpha}.$$

Da diese Verhältnisse sich auf den Fall eines bestimmten Kalibers für größte Schußweite, nicht auf größte Durchschlagskraft beziehen, so werden wir im Folgenden die Durchschlagskräfte in Rechnung nehmen.

Digitized by Google

XXIII. Die Durchschlagskraft der Geschosse, bezw. der 42 cm Küstenkanone von Krupp.

Von Bedeutung für die Praxis wird es sein, die Größe der Durchschlagskraft für jeden beliebigen Ort und beliebige Zeit zu berechnen. Maßgebend hierfür ist die jeweilige Geschwindigkeit und die Masse des Geschosses, da die Arbeitsfähigkeit desselben von diesen Größen abhängt. Diese wird definirt durch den Ausdruck der lebendigen Kraft L oder die Durchschlagskraft D = L

$$L = \tfrac{1}{2}\frac{G v^2}{g}.$$

Hinsichtlich der Geschwindigkeit haben wir für v^2 eine Formel entwickelt, welche diesen Ausdruck sowohl als Funktion des Ortes als auch der Zeit darstellt, und man kann sie gebrauchen, wenn man die Wirkungsweise des Projektils möglichst genau berechnen will. Wir werden uns ihrer aber hier nicht bedienen, da es genügt, die Horizontalkomponente der Geschwindigkeit für den Moment des Eindringens der Geschosse in Panzerplatten zu kennen. Und diese überaus wichtige Gleichung ist

236) $$v_x = \frac{v_0 \cos \alpha}{\left(1 + \frac{U_0}{3 v_0} t\right)^3},$$

oder

237) $$v_x = v_0 \cos \alpha \left(1 - \frac{2 x U_0}{3 v_0^2 \cos \alpha}\right)^{3/2}.$$

In der Wurfweite ist sie

$$v_x = \frac{v_0 \cos \alpha}{\left(1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g} \sin \alpha\right)^{3/2}}.$$

Die Durchschlagskraft des Geschosses nach t Sekunden ist also

238) $$D_t = \tfrac{1}{2}\frac{G}{g}\frac{v_0^2 \cos \alpha^2}{\left(1 + \frac{U_0}{3 v_0} t\right)^6},$$

und in der Entfernung x

239) $$D_x = \tfrac{1}{2}\frac{G}{g} v^2 \cos \alpha^2 \left(1 - \frac{2 U_0 x}{3 v_0^2 \cos \alpha}\right)^3,$$

Digitized by Google

in der Wurfweite und zwar bezüglich der Horizontalkomponente:

240) $$D_w = \tfrac{1}{2}\,\frac{G}{g}\,\frac{v_0^2 \cos\alpha^2}{\left(1 + \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha\right)^3}.$$

Da die Vertikalkomponente der Geschwindigkeit in der Wurfweite

241) $$v_y = \frac{v_0 \sin\alpha}{\left(1 + \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha\right)^{1/2}}$$

ist, so ist entsprechende Durchschlagskraft

242) $$D_y = \tfrac{1}{2}\,\frac{G}{g}\,\frac{v_0^2 \sin\alpha^2}{1 + \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha}.$$

Die absolute Durchschlagskraft am Ende der Bahn ist dagegen

243) $$D_w = \tfrac{1}{2}\,\frac{G_0}{g}\,v_0^2\left(\frac{\sin\alpha^2}{1 + \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha} + \frac{\cos\alpha^2}{\left(1 + \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha\right)^3}\right).$$

Die Durchschlagskraft im Scheitel der Bahn ist

244) $$D_s = \tfrac{1}{2}\,\frac{G}{g}\,\frac{v_0^2 \cos\alpha^2}{\left(1 + \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g}\sin\alpha\right)^{3/2}},$$

und ist also größer als diejenige der Horizontalkomponente in der Wurfweite.

Wir wählen wieder das bekannte Beispiel der 24 cm Kanone

$$v_0 = 640\text{ m},\quad U_0 = 11{,}05\text{ m}$$

und berechnen noch die Horizontalgeschwindigkeiten für die folgenden Zeiten und zwar im Verhältniß zu derjenigen im Anfangspunkte.

Sekunden	0	10	20	30	40	50	60	70
Geschwindigkeit	1,000	0,845	0,721	0,620	0,537	0,468	0,410	0,362

Sie nehmen rasch ab.

In noch schnellerem Tempo nehmen die lebendigen Kräfte ab.

Für die vorbezeichneten Zeiten haben wir lebendige Kraft

1,000 0,714 0,520 0,384 0,288 0,219 0,168 0,131

Um thatsächlich die Durchschlagskraft eines Projektils zu berechnen, wählen wir das 42 cm Riesengeschütz der Columbia-Weltausstellung, das eine Länge von 33 Kaliber = 14 m hat und

Digitized by Google

mit 120 Zügen versehen ist. Das Rohr wiegt komplett 122400 kg. Bei einem Geschoßgewicht von 1000 kg wird eine Anfangsgeschwindigkeit von 604 und bei der Maximalerhöhung von $10^1/_2{}^\circ$ eine Schußweite von 8850 m erzielt. Eine Stahlpanzergranate von 1000 kg durchschlägt noch auf 1000 m eine schmiedeeiserne Platte von 1 m Dicke.

Wir beziehen uns im Folgenden auf die Kruppsche Formel

245) $$L = \frac{S}{10}\sqrt[3]{\frac{S}{2r}},$$

welche die zu durchschlagenden Panzerstücken von S cm als Funktion der lebendigen Kraft L für 1 qcm Geschoßquerschnitt vom Kaliber 2r berechnen läßt.

Die lebendige Kraft oder die Arbeitsfähigkeit ist

$$A = \tfrac{1}{2}\frac{G}{g}\frac{v_x^2}{1000}\ \text{Metertonnen.}$$

Es ist aber

$$L = \frac{A}{r^2\pi},$$

also

246) $$S^4 = \frac{r}{4}\left(\frac{G}{g}\frac{v^2}{100\,r^2\pi}\right)^3,$$

oder

$$S = \left(\frac{r}{4}\right)^{1/4}\left(\frac{G}{g}\right)^{3/4}\left(\frac{1}{100\,r^2\pi}\right)^{3/4} v_x^{3/2}.$$

Demnach, da die wirksame Horizontalkomponente der Geschwindigkeit in der Entfernung x

$$v_x = v_0\cos\alpha\left(1 - \tfrac{2}{3}\frac{U_0\,x}{v_0^2\cos\alpha}\right)^{3/2},$$

erhalten wir für die Panzerstärke

$$S = \left(\frac{r}{4}\right)^{1/4}\left(\frac{G}{g}\right)^{3/4}\left(\frac{1}{100\,r^2\pi}\right)^{3/4}(v_0\cos\alpha)^{3/2}\left(1 - \frac{2U_0\,x}{3\,v_0^2\cos\alpha)}\right)^{9/4}.$$

oder einfacher

247) $$S = \left(\frac{r}{4}\right)^{1/4}\left(\frac{G\,v_0^2\cos\alpha^2}{100\,g\,r^2\pi}\right)^{3/4}\left(1 - \frac{2U_0\,x}{3\,v_0^2\cos\alpha}\right)^{9/4},$$

Digitized by Google

Dies ist die Formel zur Berechnung der Panzerstärke, die bei einer Entfernung x vom Geschoß noch durchschlagen wird. Wir haben $2r = 42$ cm, $G = 1000$ kg, $g = 9{,}81$ m. Die Formel 80) giebt uns $U_0 = 20{,}4$ m und zwar für $v_0 = 604$ m $\alpha = 10^1/_2{}^0$, $W = 8850$ m.

Wir setzen $x = 1000$. Die Elevation für diese Entfernung liefert für cos α nahezu die Einheit. Demnach ist

$$S = \left(\frac{21}{4}\right)^{1/4} \left(\frac{1000 \cdot 604^2}{981 \cdot 1386}\right)^{3/4} \left(1 - \frac{2}{3} \cdot \frac{20\,420}{604^2}\right)^{3/4},$$

$$S = 100{,}35 \cdot 0{,}91798.$$

Die Zahl 100,35 cm bezeichnet die Panzerstärke, welche vor der Mündung durchschlagen wird. In 1000 m Entfernung durchschlägt das Geschoß also noch eine Panzerplatte von 92,2 cm, und ebenso findet man für 2000 m 84,3 cm.

In dem oben angeführten Ausstellungs-Katalog der Kruppschen Geschütze sind folgende Erfahrungsresultate angeführt:

Durchschlagsfähigkeit der Stahlpanzergranate von 1000 kg Gewicht bei 604 m Anfangsgeschwindigkeit:

Entfernung	Die Stahlpanzergranate durchschlägt bei senkrechtem Auftreffen eine schmiedeeiserne Platte von cm
nahe der Mündung	107,8
1000 m	99,6
2000 =	91,9

Demgemäß gestaltet sich unsere Formel wie folgt:

$$S = 107{,}8 \left(1 - \frac{2\,U_0\,x}{3\,v_0^2 \cos\alpha}\right)^{3/4}$$

$U_0 = 20{,}4$, $v_0 = 604$, $\cos\alpha = 1$, $x = 1000$ bezw. 2000 m.

Die theoretischen Durchschlagskräfte sind hiernach:

	107,8	98,97	90,76
Differenz	0,0	0,63	1,14

also in guter Uebereinstimmung mit der Beobachtung.

Digitized by Google

Doch kommen auch größere Differenzen vor, die auf Verschiedenheiten im Material beruhen. Folgende Angaben über diese Kanone dürften von Interesse sein.

Das Geschütz kommt in Küstenwerken zur Aufstellung.

Es ist eines der mächtigsten unter den gegenwärtig existirenden Geschützen und im Stande, den stärksten Panzer, welchen Schiffe tragen, auf allen den Entfernungen zu durchschlagen, welche beim Kampf zwischen Küstenwerken und Schiffen vorzugsweise in Betracht kommen.

Das Rohr ist ein Mantel-Ringrohr aus besonderem Kanonenstahl, hat den Kruppschen Rundkeilverschluß mit Transportschraube und Verschlußmutter, als Liderung Stahlring und Stahlplatte, sowie die Einrichtung zum Abfeuern mittelst Friktionszündschrauben Kruppscher Konstruktion.

Die Laffete ist eine Vorderpivot-Laffete und besteht aus der Oberlaffete, dem Rahmen und der Pivotirung. Die Oberlaffete ruht auf den nach vorn geneigten Rahmenwänden, der Rahmen steht mit vier Rollen auf den Schwenkschienen der Bettung. Die am vorderen Rahmenende befindliche Pivotklappe liegt auf dem Pivotbock und ist mit ihm durch einen Bolzen verbunden.

Die Höhenrichtmaschine besteht aus einem Vorgelege-Räderwerk, welches in den am Rohre befestigten Zahnbogen eingreift und mit Handrädern gedreht wird.

Die Seitenrichtung wird mittelst einer auf der Bettung verankerten Laschenkette genommen, in welche ein Kettenrad eingreift, welches sich am Rahmenende befindet und von einem Räderwerk bewegt wird.

Zum Einholen der Oberlaffete dient eine am Rahmen angebrachte Kettenwinde, der Rücklauf wird durch hydraulische Bremsen geregelt, deren Cylinder vorn am Rahmen, und deren Kolbenstangen an der mittleren Querwand der Oberlaffete befestigt sind.

Zum Heben des Geschosses dient ein Krahn, welcher zum Einhaken des Geschoßkarrens umgelegt wird. Hierbei wird eine Federsäule gespannt, welche das Aufrichten des Krahns und das Hochheben des Geschosses erleichtert.

Der Lademechanismus besteht aus dem Ansetzer, den Zugtauen und dem Windewerk. Durch das Letztere wird eine Federsäule gespannt, welche beim Loslassen die Tautrommeln der Zug-

Digitized by Google

taue in rasche Umdrehung versetzt. Die Zugtaue wickeln sich auf die Trommeln auf und ziehen den Ansetzer, an dessen Ende sie befestigt sind, nach vorn, wobei das Geschoß vorgeschoben wird. Das Gewicht der Laffete ist 68 000 kg, das Gewicht der Pivotirung 68 000 kg. Größter Rücklauf 2,4 m. Gewicht der geladenen Geschosse 1000 bezw. 1140 kg.

Die ausgestellte Kanone ist im Jahre 1886 hergestellt und hat bis jetzt 16 Schuß gethan.

Der Bahntransport des 122 400 kg schweren Rohres erfolgte in Deutschland auf einem Friedrich Kruppschen Spezialwagen mit 16 Achsen und von 80 800 kg Gewicht; in den Vereinigten Staaten auf einem nach obigem von der Pennsylvania-Railroad speziell gebauten Wagen. Die Ueberladung an Bord erfolgte in Deutschland durch den 150 t Krahn in Hamburg, das Ausladen an Land in den Vereinigten Staaten durch den neuen großen Krahn der Maryland Steel Works in Sparrows Point bei Baltimore.

Der maßgebende Faktor für die Panzerstärken in beliebiger Entfernung der Geschoßbahn ist

$$\left(1 - \frac{2\,U\,x}{3\,v^2 \cos\,\alpha}\right)^{3/4}$$

der also das Gesetz der Abnahme der Platten mit Zunahme der Schußweiten offenbart. Man bemerke die Relation $\frac{U}{v^2} = \frac{U_0}{v_0^2} \cdot \frac{G_0}{G}$ für gleiches Kaliber.

Gehen wir wieder zu der Formel

$$248) \qquad D_x = \tfrac{1}{2} \frac{G_0}{g}\, v_0^2 \cos\,\alpha^2 \left(1 - \frac{2\,U_0\,x}{3\,v_0^2 \cos\,\alpha}\right)^3$$

zurück und verbinden mit ihr eine zweite für veränderte Verhältnisse, so resultirt vermöge der Werthe von U/U_0 und v/v_0

$$249) \quad D_x = \tfrac{1}{2} \frac{G_0}{g}\, v_0^2 \cos\,\alpha^2 \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^{2n} \left(1 - \frac{2\,x}{3\,v_0^2 \cos\,\alpha} \frac{U_0\,r^2\,G_0}{r_0^2\,G}\right)^3.$$

Aus dieser Gleichung erhalten wir folgende Sätze:

Die Durchschlagskraft wächst mit dem Geschoßgewicht.

Bei gleichem Geschoßgewicht und vermindertem Kaliber vergrößert sich die Durchschlagskraft.

Der Ausdruck in der Klammer $\frac{r^2\,G_0}{r_0^2\,G}$ kann durch $\frac{G_0}{r_0^2\,\pi} : \frac{G}{r^2\,\pi}$

Digitized by Google

ersetzt werden, und bezeichnen die Glieder des Verhältnisses die Querschnittsbelastung der Geschosse. Also:

Gleiche Querschnittsbelastungen ergeben gleiche Durchschlagskräfte.

Bei größerer Querschnittsbelastung wird auch die Durchschlagskraft größer.

Ferner kann derselbe Ausdruck wegen $G = r^2 \pi L s$, d. i. wegen

$$\frac{r^2 G_0}{r_0^2 G} = \frac{L_0 s_0}{L s}$$

die Gleichung in die folgende umwandeln.

250) $$D = \frac{1}{2} \frac{G_0}{g} v_0^2 \cos \alpha^2 \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^{2n} \left(1 - \frac{2 x U_0}{3 v_0^2 \cos \alpha} \frac{L_0 s_0}{L s}\right)^3.$$

Also:

Bei gleichen Geschoßlängen und Ladungen und gleicher Dichtigkeit sind für alle Geschoßgewichtsverhältnisse $G : G_0 = r^3 : r_0^2$ und beliebiges Kaliber die Durchschlagskräfte gleich.

Mit größeren Geschoßlängen beliebigen Kalibers wachsen die Durchschlagskräfte.

Je größer die Dichtigkeit der Geschosse ist, um so größer wird die Durchschlagskraft.

Der obige Satz der gleichen Durchschlagskraft bei verschiedenem Kaliber findet eine gute Bestätigung bei Cranz, Ballistik der gezogenen Gewehre, S. 47, wo die Tabelle zeigt, daß bei gleichen Geschoßlängen und verschiedenem Kaliber nahezu gleiche Durchschlagskräfte resultiren, wenn sich $G : G_0 = r^2 : r_0^2$ verhält. Hierauf kommen wir später wieder zurück.

Aus der allgemeinen Formel 248) geht noch hervor, daß infolge der Proportionalität zwischen U_0 und v_0^2 für gleiche Schußweiten und Elevationen sich die Durchschlagskräfte verhalten wie die Quadrate der Geschwindigkeiten.

Hieraus erhellt die immerhin große Bedeutung einer vermehrten Anfangsgeschwindigkeit auf die lebendige Kraft.

Will man die Durchschlagskraft als Funktion der Zeit haben, so kann man die folgende Form wählen

Digitized by Google

$$\frac{D}{D_0} = \left(\frac{Q_1}{Q}\right)^{2n} \left(\frac{1 - \frac{U_0}{3 v_0} t}{1 + \frac{U_0}{3 v_0} \frac{r^2}{r_0^2} \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^n \left(\frac{G_0}{G}\right)^{3/2} t} \right)^6,$$

oder auch 251)

$$\frac{D}{D_0} = \frac{Q \ln l/a}{Q_0 \ln l_0/a_0} \left(\frac{1 + \frac{U_0}{3 v_0} t}{1 + \frac{U_0}{3 v_0} \frac{r^2}{r_0^2} \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^{1/2} \left(\frac{G_0}{G}\right)^{3/2} \frac{\ln l/a}{\ln l_0/a_0} t} \right)^6.$$

Sie können noch weiter umgestaltet werden.

Ebenso einfach ist die Formel für die Vertikalkomponente der Durchschlagskraft.

Der häufig auftretende Ausdruck $\frac{2 U_0}{3 v_0^2 \cos \alpha}$ hat eine gewisse Bedeutung, die wir in die Gleichungen einführen können. Es ist nämlich $\frac{3 v_0^2 \cos \alpha}{2 U_0}$ nach 101) die Entfernung des Anfangspunktes von der Asymptote. Demnach kann man folgenden Satz aussprechen.

Die Horizontalkomponente der Durchschlagskraft ist der dritten Potenz des Abstandes des Punktes von der vertikalen Asymptote proportional.

Die bisherigen Entwickelungen lassen schon vorläufig mancherlei Schlüsse zu über die Größe der Unterschiede der Wirkungen verschiedener Feuerwaffen. Es zeigt sich schon jetzt, daß unter den veränderlich gedachten Verhältnissen der verschiedenen Geschützsysteme feste Anhaltspunkte existiren, die in Form von Bedingungsgleichungen zwischen den Elementen der Wurfbewegung die rechnerische Vergleichung der ballistischen Wirkung irgend welcher Art gestatten, und damit die Beurtheilung der verschiedenen ballistischen Verhältnisse wesentlich erleichtern.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by

Kleine Mittheilungen.

5.

Vergleichsbeschießungen von Panzerplatten.

Dieselben sind in den vergangenen drei Jahren durch die Marinesektion im K. und K. Kriegsministerium auf dem Schießplatze Monte cane zu Pola ausgeführt worden.

Die betheiligten Firmen waren: F. Krupp, Dillinger Hütte 2c. (Rheinpreußen, Vickers Sons & Comp. in Sheffield, Cammel (ebenda), endlich ein jüngeres Unternehmen: Bergbau und Eisenhütten-Gewerkschaft zu Witkowitz*) in Mähren.

Die verwendeten Geschosse waren Stahlgranaten, theils von Krupp, theils von Streiteben; die Geschütze je nach der Panzerstärke. Es fanden drei Versuchsreihen statt.

I. 1890/91. Gegen 50 mm Platten, bestimmt für Donau-Monitors.

Es konkurrirten Krupp, Dillingen und Witkowitz; jede Firma mit Compound- und homogenen Kohlenstoff-Stahlplatten, je eine, Witkowitz jedoch mit drei der zweiten Art von verschiedenen Härtegraden.

Die Platten maßen in Länge, Breite und Dicke — Alles in Metern — 2; 1,2; 0,050 auf 15 cm Holzunterlage. Jede erhielt 4 Schuß aus dem bronzenen 9 cm L/24.

---

*) Näheres siehe in „Die österreichischen Eisenwerke" im Jahrgang 1881 der „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens". Nach Umfang und Produktionsmenge sind die Witkowitzer Werke ungefähr mit dem Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation zu vergleichen. Seine lebenskräftige Entwickelung verdankt das mährische Werk zum guten Theil dem Entphosphorungsprozeß Thomas-Gilchrist.

Digitized by Google

Am beſten verhielt ſich die mittelharte homogene Kohlenſtoff-Stahlplatte von Witkowitz, welches Werk daher die Beſtellung erhielt.

II. Juli 1891. Gegen 100 mm Platten für Rammkreuzer.

Die Erfahrung von I hatte von den Compoundplatten ganz abzuſehen bewogen; es ſollten nur homogene und zwar theils Nickel-, theils Kohlenſtoff-Stahlplatten beſchoſſen werden.

Es konkurrirten Krupp, Vickers und Witkowitz. Nur Krupp ſtellte eine Nickelſtahlplatte (7,8% Nickel).

Die Platten maßen 1,6; 1,2; 0,100 m. Auf 50 cm Holzunterlage. Jede Platte erhielt 3 Schuß aus dem bronzenen 15 cm L/25.

Auftreffgeſchwindigkeit 313 m. Totale Energie 194,8 mt. Für den Centimeter Geſchoßumfang totale Energie = 4,15 mt; für den Quadratcentimeter Geſchoßquerſchnitt totale Energie = 1,12 mt. Das Durchſchlagsvermögen für Schmiedeeiſen wäre (nach der Kruppſchen Formel) = 120 mm; man nahm alſo für die Verſuchsplatten eine um 20% höhere Widerſtandsfähigkeit an.

Krupps Nickelſtahlplatte beſtand gleich gut wie Witkowitz mit der Kohlenſtoff-Stahlplatte.

Erklärlicher Weiſe erhielt das heimiſche Werk den Auftrag.

III. Oktober und November 1893. Gegen 270 mm-Platten für Küſtenvertheidigungsſchiffe.

Es konkurrirten alle fünf eingangs erwähnten Firmen.

Inzwiſchen war die Herſtellung der Nickelſtahlplatten einigen Verbeſſerungen unterzogen und außerdem ein neues Härtungsverfahren (Harvey) der Außenflächen angegeben worden.

Alle fünf Firmen hatten Nickelſtahlplatten geliefert; die Kruppſche war harveyſirt, die übrigen waren homogen. Vickers hatte außerdem noch eine harveyſirte Kohlenſtoff-Stahlplatte eingeſandt.

Die Platten maßen 2,4; 1,8; 0,27 m. Mit 8 Bolzen von 80 mm auf 50 cm Holzrücklage.

Jede Platte erhielt einen Schuß in jeder der vier Ecken (je 0,6 m in beiden Richtungen von der Ecke des hochgeſtellten Rechtecks) aus dem gußſtählernen 15 cm L/35 C/86. Geſchoßgewicht 51 kg. Die Ladung von 17,7 kg prismatiſchem Pulver C/86 ließ nach dem erſten Schuß für das Geſchütz fürchten und wurde auf 16,5 kg herabgeſetzt. Abſtand der Platte vom Geſchütz 61 m. Daher die

Digitized by Google

Auftreffgeschwindigkeit = 603,5 m; totale Energie 947,2 mt, d. h. 20,22 mt für den Centimeter Geschoßumfang bezw. 5,43 mt für den Quadratcentimeter Geschoßquerschnitt.

Dem Geschosse kommt unter diesen Umständen das Durchschlagsvermögen von 393 mm Schmiedeeisen zu.

Das Verhalten der Platten gegenüber diesen vier Schüssen sollte den Sieg entscheiden. Zur Steigerung der Plattenbeanspruchung und zur Bestätigung des Urtheils erhielt jede Platte noch einen fünften auf die Mitte gerichteten Schuß aus dem gußstählernen 24 cm L/35 C/86. Bei diesem gelten — in der Reihenfolge wie beim 15 cm aufgeführt — die Werthe:

Geschoß 215 kg, Ladung 45 kg, Abstand 60 m. Auftreffgeschwindigkeit 432 m, totale Energie 2046,08 mt (27,67 pro Centimeter Umfang bezw. 4,7 mt pro Quadratcentimeter Querschnitt). Durchschlagsvermögen von 396 mm Schmiedeeisen. Man traute also dem Plattenmaterial eine im Vergleich zu Schmiedeeisen um fast 47 % größere Widerstandsfähigkeit zu (1,47 × 270 = 396,9).

Das Ergebniß war: Vickers' homogene Nickelstahlplatte ist von zwei Schuß des 15 cm glatt durchschlagen worden; Cammels Platte und die von Dillingen wurden von einer 15 cm Granate glatt durchschlagen. Bei Krupp wurde mit dem dritten Schuß die betreffende Plattenecke abgesprengt. Die 24 cm Granaten hatten die angeführten Platten glatt durchgehen lassen bis auf die Cammelsche, die aber das bessere Widerstehen nur dem Zerbrechen des Geschosses zu danken hatte.

Die genannten vier Platten hatten hiernach die Prüfung nicht bestanden.

Vickers' harveysirte Kohlenstoff-Stahlplatte und der Witkowitzer Nickelstahl haben den Anforderungen entsprochen, das heimische Fabrikat aber in bedeutend höherem Grade als das englische. Bei der Vickers-Platte zeigt die Rückseite die Spur aller 5 Schüsse, wenn auch dieselbe bei zweien nur in einer Auftreibung von 50 und 60 mm Höhe besteht. Ueberdies hat die Platte drei Sprünge erhalten, die wahrscheinlich durch die ganze Dicke reichen, da an der Vorder- wie Hinterfläche Sprünge in gleicher Lage sichtbar sind. Alle gehen vom Mittelpunkt aus, einer durch die Schußspur rechts oben (von vorn gesehen), der zweite ebenso nach rechts unten, beide reichen bis an den Rand der Platte. Der dritte Sprung, läuft fast horizontal bis zur Mitte

Digitized by Google

der linken lothrechten Kante der Platte. Die Witkowitzer Platte dagegen zeigt keinen Sprung, und die beiden oberen Schüsse haben bis auf die hintere Fläche der Platte nicht gewirkt.

Daß der unbedingte Sieg der heimischen Industrie große Freude verursacht hat, ist selbstverständlich; aber allgemein erfreulich ist der Sieg des Nickelstahls über die Harveysirung, denn bei den harveysirten Platten ist eine Korrektur der Krümmung nach dem Kohlungsprozeß unmöglich und jede Bearbeitung an der gehärteten Außenfläche mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden.

Den ausführlichen Bericht, dem Vorstehendes entnommen ist, findet man in den „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens". Derselbe ist auch in Sonderabdruck erschienen unter dem Titel: „Komparative Beschießung von 270 mm Panzerplatten verschiedener Provenienzen ꝛc."; gedruckt bei Karl Gerolds Sohn, Wien 1894.

6.

Rußland.

Schießen von 80 Feldgeschützen.

Im vorigen Jahre haben 10 Feldbatterien (80 Geschütze) ein Schießen im Kreis Kiew ausgeführt, an welches anschließend General Dragomirow eine Ordre herausgegeben hat, deren wesentlichste Punkte hier folgen:

„Es war angenommen worden, daß die Batterien die Artillerie eines Armeekorps bildeten und den Befehl erhalten hätten, schnell in Stellung zu gehen, um die Entwicklung des Korps zu schützen.

Das erste Ziel bestand aus 3 deutlichen Scheibengruppen, welche etwa 48 Geschütze darstellten. Die Batterien bildeten 2 Brigaden, deren jede aus einer Gruppe von 3 leichten und einer solchen von 2 schweren Batterien bestand.

Der Kommandeur der Artillerie sorgte nun zunächst dafür, diese 2 Gruppen von schweren Batterien in eine zu vereinigen und sie unter den Befehl eines einzigen Offiziers zu stellen. Er formirte somit seine Artillerie in 3 Gruppen, also eben so viel, wie das Ziel darbot.

Digitized by Google

Die Ueberbringung der Befehle, die Vereinigung der 4 schweren Batterien auf einen Punkt und die Erkundung der Stellung erforderten 1 Stunde 17 Minuten.

Man kann fragen, welchen Zweck es überhaupt hatte, die 4 schweren Batterien in eine Gruppe zu vereinigen, wenn diese Operation einen Zeitverlust von einer halben Stunde zur Folge hatte und verschiedene Batterien dem feindlichen Feuer aussetzte. Andererseits waren die Stellungen trotz der Langsamkeit, mit der die vorbereitenden Maßnahmen getroffen wurden, schlecht gewählt, namentlich die der rechten Batterien. Die große Breitenausdehnung des Zieles erlaubte den Batterien, ihr Feuer ganz selbstständig zu leiten; trotzdem schossen sich verschiedene falsch ein, so daß die Gruppenkommandanten ihnen die Schießdaten von Nachbarbatterien geben mußten.

Acht Minuten nach Eröffnung des Feuers wurde die Annahme ausgegeben, daß die linken feindlichen Batterien ihr Feuer eingestellt hätten. Der Kommandeur der Artillerie beschloß nun, das Feuer auf die mittleren feindlichen Batterien zu konzentriren, und gab jeder von den Batterien, welche bisher auf die feindliche linke Gruppe gefeuert hatten, ihr neues Ziel!

Von seinem Standpunkt aus konnte der Kommandeur aber gar nicht beurtheilen, auf welchen Punkt jede dieser Batterien am besten hätte richten sollen, um den größtmöglichen Nutzen aus ihrem Feuer zu ziehen; er hätte also richtiger gehandelt, das neue Ziel lediglich dem Gruppenkommandanten zu geben und diesem die Vertheilung auf die Batterien zu überlassen.

Uebrigens wurden außerdem noch die Befehle schlecht übermittelt, so daß überhaupt eine Konzentration des Feuers auf die Mitte des Zieles nicht zu Stande kam.

Der Kommandeur erhielt nun den Befehl, die Batterien der rechten Gruppe vorgehen zu lassen und, sobald dieselben das Feuer aus der neuen Stellung eröffnet hätten, die Batterien der mittleren und linken Gruppe nachrücken zu lassen.

Um den Stellungswechsel der rechten Gruppe auszuführen, befahl der Artilleriekommandeur der linken Gruppe, die Feuergeschwindigkeit zu steigern; aber noch ehe die erste Gruppe ihr Feuer aus der neuen Stellung eröffnet hatte, ließ er die mittlere und hierauf die linke Gruppe Stellungswechsel vornehmen. Die Folge war die, daß das Feuer eine Zeit lang ganz unterbrochen

Digitized by Google

war und dann ziemlich gleichzeitig von allen Batterien aus der neuen Stellung eröffnet wurde. Nichtsdestoweniger hatte der Artilleriekommandeur beabsichtigt, den Stellungswechsel staffelweise und unter dem Schutz des Feuers je einer der Staffeln vorzunehmen.

Aber auch hier, wie eben auch vorhin bei der Konzentration des Feuers auf die Mitte des Zieles, war das thatsächliche Resultat der Absicht des Artilleriekommandeurs gerade entgegengesetzt. Es zeigt dies klar und deutlich, daß die höheren Offiziere nicht genügend damit vertraut sind, Artillerieverbände zu leiten. Andererseits erwiesen sich die Gruppen als zu schwerfällig und zu wenig manövrirfähig. Es vergingen 22 Minuten von dem Augenblick, in welchem der Befehl zum Stellungswechsel gegeben wurde, bis zum ersten Schuß in der neuen Stellung, obwohl beide Stellungen nur etwa 500 m von einander entfernt waren.

Die Ziele in der zweiten Stellung waren Batterien und Infanterie in verschiedenen Formationen. Der Artilleriekommandeur hätte die verschiedenen Ziele unter die Gruppen vertheilen müssen, begnügte sich aber anstatt dessen damit, der rechten und mittleren Gruppe allgemein die feindlichen Reserven als Ziele zuzutheilen. Das genügte natürlich nicht, denn die Gruppenkommandanten wußten nun nicht, ob sie allein auf ihre Ziele feuerten oder ob Verwechselungen der Schüsse bei der Beobachtung zu befürchten wären. Ebenso hätten die Gruppenkommandanten in ihrem Befehlsbereich eine Zielvertheilung vornehmen müssen, um Beobachtungsfehlern vorzubeugen.

Auf der ersten Entfernung (3000 m) wurden 0,7 Treffer pro Schuß, auf der zweiten Entfernung (2500 m) 1,2 durchschnittlich erreicht. Die Feuergeschwindigkeit belief sich in der ersten Stellung auf 7 Schuß pro Minute und Batterie, in der zweiten nur auf 5 Schuß, was als ungenügend zu bezeichnen ist. Allerdings war das Richten infolge der schlecht gewählten Stellungen schwierig, immerhin war aber die Leitung des Feuers im Allgemeinen zu langsam.

Kurz zusammengefaßt, hat die Uebung dargethan, daß die 10 Batterien, obwohl sie genügend instruirt und vorbereitet waren, sich gegenseitig störten und hinsichtlich der Massenverwendung sich

Digitized by Google

wenig manövrirfähig und zu langsam in ihrem Schießen zeigten. Es zeigt sich hieraus, daß sie zu wenig für die Verwendung in mehreren Gruppen vorbereitet waren."

Rivista d'artiglieria e genio.

7.

Nachtrag zur Beschreibung des Telemeters Paschwitz.

(Siehe Aprilheft 1893.)

Zufolge des neuen Exerzir-Reglements für die Feldartillerie kommt die gewöhnliche Granate mit Aufschlagzünder, welche vorzugsweise zur Ermittlung der Schußdistanzen diente, in Wegfall, und haben deshalb die beiden anderen Geschoßarten, Shrapnels und Sprenggranaten mit Doppelzündern, künftig unmittelbar diesen Zweck zu erfüllen. Nachdem aber mit diesen Geschossen das Einschießen voraussichtlich in weniger entsprechender Weise vor sich gehen wird als mit den bisherigen gewöhnlichen Granaten, so dürfte es sich empfehlen, den durch Beseitigung genannter Geschosse entspringenden Verlust an Artilleriewirkung in den mittleren und weiten Distanzen durch Benützung von Telemetern zu ersetzen. Es wäre dies um so mehr angezeigt, als die dermaligen beiden anderen Hülfsmittel zur Bestimmung der Porteen, nämlich das Augenmaß und die Karten, ihren Zweck bekanntlich auch nur in mangelhafter Weise erfüllen.

Nachdem die Unzuverlässigkeit der Distanzschätzung mit freiem Auge ohnedem genug bekannt ist, so verbleibt nur für den Genauigkeitsgrad der Karten und deren Verwendbarkeit Einiges zu sagen. Jede Karte leidet an verschiedenen Fehlerquellen, welche schon mit der Meßtisch-Aufnahme beginnen, dann fortgesetzt werden bei Herstellung der Kopieen in verjüngtem Maaßstabe und der Steinzeichnung, sodann einen ferneren Grund haben in der Qualität und Behandlungsweise des Papiers, in dem Aufkleben, der Abnützung beim Gebrauch u. s. w. Hierzu kommt noch, daß es in

den meisten Fällen schon sehr schwierig ist, den eigenen Standpunkt in der Karte mit wünschenswerther Genauigkeit festzustellen, wie viel mehr noch, den des mehrere Kilometer entfernten Feindes. Würden diese Mängel im Kartenwesen nicht bestehen, so würde man ganz sicher den bisherigen Ballast an gewöhnlichen Granaten in den Batterien nicht mitgeschleppt haben.

Um nun aber aus den nach Hunderten zählenden Telemeter-Konstruktionen das geeignetste Instrument herauszufinden, wäre die Ausschreibung eines Telemeter-Konkurses, wie solche vor etwa zwei Jahrzehnten in Frankreich und in der Schweiz stattgefunden haben, der sicherste Weg; die Kommissions-Mitglieder, aus Offizieren, Mechanikern und Vermessungskundigen bestehend, würden durch Anstellung der Versuche mit den verschiedenartigen Instrumenten und Vergleichung derselben untereinander jene Urtheilsfähigkeit erlangen, welche zur richtigen Lösung einer so schwierigen Aufgabe unbedingt nothwendig ist.

8.

Ein Beitrag zum Feldgeschütz der Zukunft.

Im Moment des Erscheinens des Sonderabdruckes*) des unter obiger Bezeichnung in den Nummern von März und April des Archivs veröffentlichten Aufsatzes brachte das Militär-Wochenblatt in seinen Nummern 37, 38 und 39 mit der Ueberschrift „Noch einmal das Feldgeschütz der Zukunft" eine weitere Entwickelung und Rechtfertigung seiner mehrfach vertretenen Ansichten über Zukunftsfeldgeschütze und eine interessante Studie über den Zusammenhang, der mit Bezug hierauf zwischen Geschoß- und Geschützkonstruktion besteht. Wir freuen uns, in diesem Aufsatz viele auch von uns vertretene Ansichten wiederzufinden und in scharf logischer einwandfreier Weise bewiesen zu sehen. Dies gilt besonders für die Beziehungen zwischen Fluggeschwindigkeit, Fall-, Kegel- und Drallwinkel, die wir im 6. Abschnitt gestreift haben.

---

*) Berlin 1894 bei E. S. Mittler & Sohn.

Digitized by Google

Verfaſſer kommt mit uns zu dem Schluß, daß die Neubewaffnung der Feldartillerie vielleicht die Aufgabe eines Einheitsgeſchützes bedingen wird. Allerdings ſoll dann das leichte Geſchütz im Gegenſatz zu den von uns entwickelten Anſichten nur den reitenden Batterien zugetheilt werden.

Auch in der Deutſchen Heereszeitung wird neuerdings mehrfach die Einführung leichter und ſchwerer Geſchoſſe für die Feldartillerie erörtert.

Digitized

Literatur.

7.

Vademecum für Elektrotechniker. Begründet von E. Rohrbeck, fortgesetzt von Arthur Wilke. 4. Auflage; Halle a. S. Wilhelm Kapp 1894. Preis: M. 4.

Elektrische Beleuchtungsanlagen. Herausgegeben von F. Grünwald (derselbe Verlag); Preis: M. 4.

Herstellung und Verwendung der Akkumulatoren. Von Demselben; ebenda. Preis: M. 3.

Ballestra atrueno wurde von spanischen Chronisten das erste von den Mauren bei der Vertheidigung von Algesiras verwendete Pulvergeschütz genannt. Mit dem himmlischen Blitz und Donner verglich man die völlig neuen Eindrücke, die eine neue Waffe auf Ohr und Auge machte. So tritt zum ersten Male die Elektrizität in der Kriegskunst auf ... Freilich nur unwahr, nur vergleichsweise, bildlich; denn daß Blitz und Donner nur Arbeit elektrischer und — durch diese ausgelöst — mechanischer Energie seien, das zu erkennen hat die Wissenschaft noch mehr als 400 Jahre gebraucht.

Wirklich in die Kriegskunst eingetreten ist die Elektrizität vor wenig mehr als 50 Jahren, und zwar in der bescheidenen Rolle des galvanischen Stromes (bezw. auch der Reibungs-Elektrizität) zur Minenzündung. Lange Jahre war diese Rolle ihre einzige; nur daß die Stromerzeuger die Fortschritte der Wissenschaft mitmachten, von dem primitiven Zink-Kupfer-Trogapparat bis zur Dynamomaschine.

Dann kam die Telegraphie (einschließlich der viel jüngeren Telephonie); dann das elektrische Licht. Der Elektromotor ist noch nicht da, aber kann jeden Augenblick kommen. Zum

Digitized by

Torpedo im Waſſer geſellt ſich vielleicht der wiedererweckte Streitwagen zu Lande — beide durch Akkumulatoren in Gang geſetzt.

Der Lektionsplan der Berufsfächer hat ſich erheblich geändert und erweitert in den letzten 50 Jahren, und es gehören ſehr geſchickte Lehrer und ſehr willige Hörer dazu, um in der knapp bemeſſenen Lehrzeit die nöthigen phyſikaliſchen und chemiſchen Fundamente zu legen, auf denen und auf die nachmals in den mannigfaltigen einſchlägigen Dienſtverrichtungen und -Anforderungen gebaut werden kann.

Die drei in der Ueberſchrift genannten literariſchen Erzeugniſſe ſind trefflich geeignet zur Repetition, Auffriſchung und Fortführung des in der Schule Gelernten.

Das Vademecum giebt eine auch für anderweitige Rechnungen ſehr nützliche und höchſt kompendiös eingerichtete Tabelle, nämlich für die natürlichen Zahlen von 1 bis 1000 die Werthe n^2; n^3; $\sqrt{n}$; $\sqrt[3]{n}$; $\frac{1}{n^2}$; log n; πd und $\frac{\pi d^2}{4}$ (Kreis-Umfang und Kreis-Inhalt). Die Logarithmen ſind vollſtändig gegeben, Kennziffer und Mantiſſe; letztere vierſtellig, was bei praktiſchen Rechnungen wohl immer genügen wird.

Aufmerkſam machen möchten wir auf die in den gangbarſten Formelbüchern nicht üblichen und Vielen daher wohl nicht bekannten Multiplikations- und Diviſionstafeln. Der Verfaſſer des Vademecum behauptet, es rechne ſich damit ſchneller und angenehmer als mit Logarithmen. Ob das zutrifft, probirt Jeder am beſten ſelbſt aus. Genauer rechnet man allerdings mit Hülfe der Multiplikationstafel, als es namentlich mit den abgekürzten Logarithmen des Vademecum der Fall ſein würde. Es ſei z. B. zu berechnen 9573×573. Man ſucht in Tabelle III unter Spalte oder Kolumne 1 die Ziffer 573 und legt unter dieſelbe einen Streifen Papier oder den Millimetermaßſtab, den wohl Jeder beſitzt, um die Zeile nicht wieder zu verlieren.

Dann ſetzt man untereinander:

Aus Spalte 9	(Tauſender)	5157...
= =	5 (Hunderter)	2865..
= =	7 (Zehner)	4011.
= =	3 (Einer)	1719
	zuſ.	5485329

Digitized by

Die lg von Tafel I würden geben:

log 9570 = 3,9809
— 573 = 2,7582

zuſ. 6,7391 : Num = 5 490 000 ſtatt 5 485 329
(0,004 671 zu groß)

Oder wenn man ſich einer der gebräuchlichen (z. B. der Auguſtſchen) fünfſtelligen Logarithmentafeln bedient:

log 9573 = 3,98 105
lg 573 = 2,75 825

zuſ. 6,73 920 : Num = 5 485 250 ſtatt 5 485 329
18 (0,000 079 zu klein)
8/20 = 25

Die äußerliche Geſtaltung der in Rede ſtehenden Hülfs- und Notizbücher iſt eine ſehr gefällige und zweckmäßige: ein kleines Oktav von rund 100 zu 165 mm; der Einband in Ganzleinen und biegſam; wirklich bequem in der Taſche zu tragen. Die verwendete Schrift (Antiqua) iſt ſehr klar und gut lesbar. Gegen die Ziffern läßt ſich etwas einwenden. Um Platz zu ſparen, ſind ſie ſehr klein; z. B. in der Diviſionstabelle kommen auf 79×122=9638 qmm Papierfläche 57×50=2850 Ziffern! Die meiſten Augen dürften ſich bei längerer Beſchäftigung recht angeſtrengt fühlen. Es iſt beſonders die gleiche Höhe aller Ziffern, die das Zahlenleſen erſchwert; die ſogenannten engliſchen Ziffern (0 1 2 3 4 5 7 9 6 8) geben unverhältnißmäßig leichter lesbare Zahlen. Geradezu tadelnswerth iſt bei Antiqua-Schriften die Wiedergabe des deutſchen ß durch ss, ſo daß man z. B. nur aus dem Zuſammenhange erſehen kann, ob das Gebilde „Masse“ zu leſen iſt: „Maſſe“ oder „Maße“. Es exiſtirt ja doch das Antiqua-Schriftzeichen ß; warum wird es nicht allgemein gebraucht? Die Wiener Comité-Mittheilungen z. B. bedienen ſich deſſelben. Mindeſtens ſollte „Maße“ durch „Maasse“ erſetzt werden; das Doppel-a hebt die fälſchliche Schärfung des Doppel-s auf.

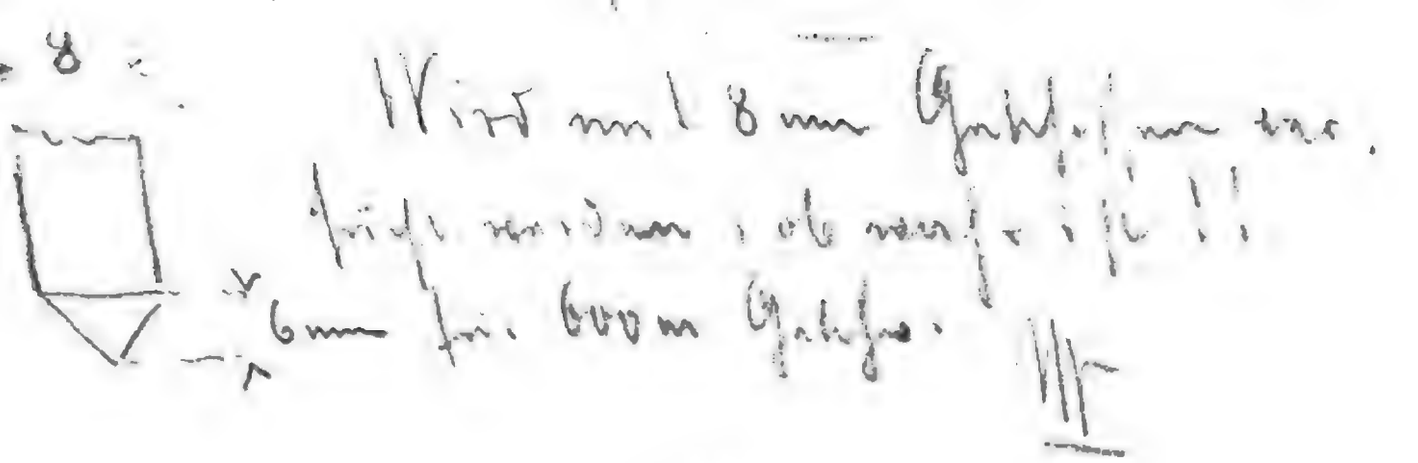
Digitized by Google

BIBLIOTHEK
DES TECHN. MILITÄR-COMITÉ

Fig. 3.

Fig. 4.

Digitized by Google



XIV.

Begründung der Veränderung des Luftwiderstandes bei hohen Geschoßgeschwindigkeiten.

Von

Gaedr,
Oberst z. D.

(Mit einer Tafel.)

Der Widerstand, den ein bewegtes Geschoß in der Luft erfährt, ist bei hohen Geschwindigkeiten nicht gleichmäßig abnehmend, sondern erscheint bei 400 und 300 m Geschoßgeschwindigkeit plötzlich verändert, so daß in einer den Luftwiderstand darstellenden Kurve Unterbrechungsstellen erkennbar sind, wie die anliegende dem 96. Bande des Archivs (1889) entnommene Tafel zeigt. Auf dieser Tafel ist die graphische Auftragung einer Kruppschen Versuchsreihe vorgenommen worden, welche für Geschwindigkeiten in Metern den auf den Quadratcentimeter Geschoßquerschnittsfläche kommenden spezifischen Luftwiderstand in Kilogrammen angiebt. In dieser Tafel des 96. Bandes ist ferner fein punktirt die Anpassung der Kruppschen Kurve an das quadratische und kubische Luftwiderstandsgesetz versucht worden, welchem die Geschwindigkeiten zwischen 700 bis 400 m, bezw. zwischen 300 und 140 m entsprechen, während ein weiterer Versuch für die zwischen 400 und 300 m Geschoßgeschwindigkeit liegenden Luftwiderstandswerthe den mit der $2^1/_2$ten Potenz dargestellten Kurvenzug als passend zeigt.

Die hieraus erkennbaren, bei bestimmten Geschoßgeschwindigkeiten auftretenden Veränderungen des Luftwiderstandes lassen sich naturgesetzlich wie folgt begründen:

Digitized by Google

Die Zuflußgeschwindigkeit der atmosphärischen Luft in einen luftleeren Raum (vgl. Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik, I. Theil, Nr. 161) wird berechnet aus

$$\text{Zuflußgeschwindigkeit } v = \sqrt{2\,g\,s},$$

worin g die beschleunigende Kraft der Schwere = 9,81 ist, und s die Höhe der Luftsäule unter der Annahme, daß diese Luftsäule in ihrer ganzen Höhe dieselbe Dichtigkeit wie am Erdboden, wo sie in den luftleeren Raum fließen soll, und daß sie bei 0° Celsius einer Quecksilbersäule von 0,76 m Höhe das Gleichgewicht hält. Das spezifische Gewicht des Quecksilbers = 13,6 und das der Luft bei normalem Atmosphärendruck = 0,00129 gesetzt, ergiebt

$$s \cdot 0{,}00129 = 0{,}76 \cdot 13{,}6,$$

also

$$s = \frac{0{,}76 \cdot 13{,}6}{0{,}00129} = 8012{,}4 \text{ m}.$$

Hiernach ist

$$v = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 8012{,}4} = 396{,}5 \text{ m}.$$

Da nach dem Gesetz von Mariotte das Verhältniß $\frac{0{,}76}{0{,}00129}$ unveränderlich ist, so bleibt die Größe von v für jeden Barometerstand dieselbe.

Dagegen ist die Größe der Zuflußgeschwindigkeit v abhängig von der Temperatur der Luft.

Der Ausdehnungskoeffizient der Luft ist = 0,003665. Bezeichnet t die Zahl der in Rechnung zu stellenden Grade über oder unter 0° Celsius, so ist die Höhe der gedachten Luftsäule

$$= s + 0{,}003665\ t \cdot s$$
$$= s\,(1 + 0{,}003665\ t).$$

Bei t Grad Wärme wird somit die Zuflußgeschwindigkeit der atmosphärischen Luft in den luftleeren Raum

$$v = \sqrt{2\,g\,s\,(1 + 0{,}003665\ t)}$$
$$= 396{,}5\ \sqrt{1 + 0{,}003665\ t}.$$

Dies ergiebt für 10° Wärme eine Zuflußgeschwindigkeit der Luft = 403,6 m, oder zur Erleichterung der Rechnung abgerundet 400 m.

Digitized by Google

Da nun die Luft nur mit 400 m Geschwindigkeit in den luftleeren Raum eindringen kann, so muß ein Geschoß, welches eine größere Geschwindigkeit als 400 m hat, einen völlig **luftleeren Raum** am geraden Geschoßboden erzeugen.

Dieser luftleere Raum muß die Gestalt eines Kegels haben, dessen Grundfläche der Boden des Geschosses bildet. Indem die Luft von seitwärts und um den Geschoßrand von vorne her zufließt, hat sie bis zur Achse des Kegels einen Weg von der Länge des Radius $r = 1/2$ Kaliber zurückzulegen.

Beträgt die hierzu erforderliche Zeit z Sekunden, so ist

$$v : 1 = r : z,$$

also

$$z = \frac{r}{v}.$$

Die Länge l der Kegelachse errechnet sich für die jedesmalige Geschoßgeschwindigkeit w aus der Gleichung

$$1 : w = \frac{r}{v} : l,$$

somit

$$l = \frac{w \cdot r}{v}.$$

Bei dieser Bestimmung von z und l ist angenommen worden, daß die Luft ungehemmten Zufluß hat. Genau genommen ist dies nicht der Fall, weil diejenigen Lufttheilchen, welche sich um den Rand des Geschoßbodens herum in den luftleeren Raum stürzen, an jeder Stelle des Geschoßrandes eine Reibung überwinden müssen, entsprechend der Hemmung, welche Gase erleiden, wenn sie sich durch eine enge Oeffnung in den luftleeren Raum ergießen. Da das Maß für die nur auf einer Seite stattfindende Hemmung nicht bekannt ist und ohne besondere Versuche nicht bestimmt werden kann, so muß von der ziffernmäßigen Inrechnungstellung eines Reduktionsfaktors abgesehen werden. Auch von der schätzungsweisen Aufstellung eines Reduktionsfaktors ist Abstand zu nehmen, weil derselbe der Natur der Sache nach nur unbedeutend sein kann und die aus dem Auftreten des luftleeren Raumes zu ziehenden Folgerungen nicht beeinflußt.

Aus der Gleichung $l = \frac{w \cdot r}{v}$ ist zu errechnen, daß eine 15 cm Granate mit 700 m Anfangsgeschwindigkeit beim Verlassen

Digitized by

der Rohrmündung einen luftleeren Raum von 13,1 cm Länge bildet, welcher bei 600 m Geschoßgeschwindigkeit nur noch 11,2 cm beträgt und bei 400 m Geschwindigkeit die Länge des halben Kalibers = 0,75 cm hat.

Wenn die Geschoßgeschwindigkeit unter 400 m (bei 0° C 396,5 m) sinkt, so kann ein luftleerer Raum nicht mehr gebildet werden.

Der Uebergang des luftleeren Raumes in einen lufterfüllten von der Dichtigkeit der umgebenden Luft kann sich aber nur allmählich vollziehen, indem am Geschoßboden zunächst ein Raum von sehr verdünnter, stark wirbelnder Luft entsteht, welche mit abnehmender Geschoßgeschwindigkeit an Dichtigkeit zunimmt, bis die Geschwindigkeit soweit vermindert ist, daß bei der Leichtflüssigkeit der Luft die am Geschoßboden zuströmende Luft dieselbe Dichtigkeit hat, wie die vom Geschosse verdrängte.

Betrachtet man nach diesen Erwägungen die anliegende Kurventafel, so zeigt die Kurve von 700 bis 396,5 m Geschoßgeschwindigkeit einen stetigen Verlauf, weil sich das Geschoß bei diesen Geschwindigkeiten unter gleichbleibenden Luftwiderstandsverhältnissen bewegt, indem nämlich außer der Verdrängung der Luft durch den Geschoßquerschnitt die saugende Wirkung des am Boden entstandenen luftleeren Raumes zu überwinden ist.

Aus der Gestalt der Kurven ist der fernere Schluß zu ziehen, daß von 396,5 bis 316 m Geschwindigkeit hinter dem Geschoßboden ein stark verdünnter Raum vorhanden ist, welcher gleichfalls durch Saugen hemmend wirkt, während von 316 m abwärts die Luft mit gleichbleibender Dichtigkeit am Geschoßboden zufließt.

Nimmt man jedes Quadrat der Kurventafel als Einheit der geringer werdenden Geschoßenergie an, so ergiebt sich, daß

auf die Geschwindigkeit von				700	bis	600	m	$5\frac{1}{2}$	Einheiten
=	=	=	=	600	=	500	=	$4\frac{1}{2}$	=
=	=	=	=	500	=	396,5	=	4	=
=	=	=	=	396,5	=	316	=	$3\frac{3}{4}$	=
=	=	=	=	316	=	140	=	$1\frac{5}{6}$	=

kommen. Aus dieser Zusammenstellung ist der Schluß zu ziehen, daß ein ungemein großer Verlust an Geschoßenergie bei denjenigen Geschwindigkeiten eintritt, bei welchen das Geschoß nicht nur die entgegenstehende Luft zu verdrängen, sondern auch noch die nach rückwärts saugende Wirkung eines luftleeren bezw. luftverdünnten Raumes zu überwinden hat, und daß beim Aufhören der letzteren

Digitized by

Wirkung, also bei der Geschoßgeschwindigkeit von 316 m, der Geschwindigkeitsverlust mit schnellem Uebergange ein bedeutend geringerer wird. Diese Betrachtung führt zu dem weiteren Schlusse, daß, wenn es gelingt, durch eine geeignete Bodenform des Geschosses den saugenden Einfluß des luftleeren bezw. luftverdünnten Raumes auszuschließen, eine nicht unerhebliche Steigerung der ballistischen Leistung der Geschütze in Aussicht steht.

Dieses Ziel wird zu erreichen sein, wenn man den Geschossen statt der geraden Bodenfläche die Gestalt eines Kegels mit scharfer Spitze giebt, dessen Achse etwas länger ist wie die Achse des luftleeren Raumes der Anfangsgeschwindigkeit. Bei dieser Bodenform des Geschosses wird die durch den größten Geschoßquerschnitt verdrängte und von der Grundfläche des Bodenkegels ab wieder zufließende Luft stets mit Metall in Berührung bleiben, wodurch die Bildung eines luftleeren bezw. lufterfüllten Raumes und damit die nach rückwärts saugende Wirkung der Luft verhindert wird.

Ein kegelförmiger Geschoßboden mit scharfer Spitze macht allerdings die Benutzung eines besonderen Ansetzers erforderlich, das dürfte aber kein Hinderniß sein, in Versuche mit Geschossen der vorbezeichneten Art einzutreten, vorausgesetzt, daß das erforderliche Verhältniß zwischen Ladung und freiem Raum im Ladungsraum erhalten bleibt.

Wie es für die Fahrgeschwindigkeit eines Schiffes von großem Einflusse ist, daß das entgegenstehende Wasser nicht nur vorne leicht verdrängt, sondern daß das verdrängte Wasser hinten auch leicht zufließen kann, daß also am hinteren Theile des Schiffes kein wasserleerer, nach rückwärts saugend wirkender Raum gebildet wird, so erhält auch für die Geschosse mit Geschoßgeschwindigkeiten über 300 m die Bodenform eine erhöhte Bedeutung für die Verminderung des Geschwindigkeitsverlustes.

Digitized by Google

XV.

Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve.

Von

E. Dekinghaus,

Lehrer an der Königlichen Baugewerkſchule in Königsberg i. Pr.

[Fortſetzung.]

XXIV. Kriterien zur Beſtimmung der Durchſchlagskraft der Geſchoſſe.

Es ſei die Anfangsgeſchwindigkeit v_0, die Erhöhung α, die Wurfweite W oder die Wurfzeit T gegeben.

Geſucht werde für jede horizontale Entfernung x der Bahn die Durchſchlagskraft.

Wir eliminiren aus der Gleichung

$$D_x = \frac{G}{2g} v_0^2 \cos \alpha^2 \left(1 - \frac{2 U_0 x}{3 v_0^2 \cos \alpha}\right)^3,$$

vermittelſt

$$U_0 = \frac{3}{4} \frac{v_0^2 \sin 2\alpha - gW}{W \sin \alpha}$$

die Konſtante U_0 und erhalten

252) $$D_x = \frac{G}{2g} v_0^2 \cos \alpha^2 \left(1 - \frac{x}{W} + \frac{g x}{v_0^2 \sin 2\alpha}\right)^3,$$

oder, wenn ſtatt W die Wurfzeit T gegeben iſt,

253) $$D_x = \frac{G}{2g} v_0^2 \cos \alpha^2 \left(1 - \frac{8 \operatorname{tg} \alpha \, x}{g T^2} + \frac{4 x}{v_0 \cos \alpha \, T}\right)^3.$$

Für den Fall, daß weder W noch T bekannt ſind, benutzen wir die Kurvengleichung, aus welcher wir folgende Relation ableiten

$$1 - \frac{2 U_0 x}{3 v_0^2 \cos \alpha} = \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos \alpha \, (x \sin \alpha - y \cos \alpha)}.$$

Digitized by Google

Dies eingesetzt in die obige Gleichung ergiebt

254) $$D_x = \frac{G g^2 x^6}{16 v_0^4 \cos \alpha (x \sin \alpha - y \cos \alpha)^3}.$$

Diese merkwürdige Gleichung ist für die Bestimmung der Durchschlagskräfte der Geschosse von fundamentaler Bedeutung. Sie beruht darin, daß sie ein Kriterium bietet für den Nachweis der Durchschlagskräfte der Geschosse verschiedenster Art und daß sie vermöge einer einfachen Berechnung diejenige unter allen Waffen als die wirksamste und geeignetste zu bezeichnen vermag, die den obigen Ausdruck der Arbeitsfähigkeit zu einem Maximum macht.

Zur Bestimmung dieser Kraft genügt die Kenntniß der Anfangsgeschwindigkeit, des Erhöhungswinkels, der Schußweite x, der Schußhöhe y und des Geschoßgewichts.

Zugleich ergiebt die durch y bestimmte Flughöhe in ihrem größeren oder kleineren Werth die bei der Beurtheilung eines Gewehrs mit maßgebende Rasanz des Geschosses.

Wir wollen von dieser Formel eine Anwendung machen.

Die „Theoretische äußere Ballistik" von A. Mieg giebt auf Seite 299 die Erhöhungswinkel des Infanteriegewehrs M/71 bei 5 g Pulvergewicht und verschiedenen Geschoßgewichten wie folgt an: Für die Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 450$ m und das Geschoßgewicht = 25 g ist für die Distanz von 300 m die Erhöhung 35′ 20,4″. Wir nehmen an, daß der Treffpunkt mit dem Anfangspunkt in einer Horizontalen liege, daß also $y = 0$ ist. In diesem Fall wird die Formel sehr einfach

255) $$D_x = \frac{G g^2 x^3}{16 v_0^4 \cos \alpha \sin \alpha^3}$$

Die Berechnung giebt

$$D_x = 91{,}146 \text{ Meterkilogramm.}$$

Dies ist also die wirksame Horizontalkomponente der lebendigen Kraft des deutschen Infanteriegewehrs M/71 beim Aufschlagen in eine senkrechte Fläche in Visirschußweite von 300 m.

In gleicher Weise kann man für andere Waffen beliebigen Kalibers, Geschoßgewichts ꝛc. die entsprechende Arbeitsfähigkeit ermitteln und sie unter einander vergleichen.

Wenn nicht die Horizontalkomponente, sondern die Gesammtleistung des Geschosses gewünscht wird, ist der obige Ausdruck noch durch $\cos \tau^2$ zu dividiren.

256) $$D = \frac{G\, g^2\, x^6}{16 v_0^4 \cos\alpha\, (x \sin\alpha - y \cos\alpha)^3 \cos\tau^2}$$

in welchem τ nach 113) oder einfacher aus

257) $$\operatorname{tg}\tau = \operatorname{tg}\alpha - \frac{x\sin\alpha - y\cos\alpha}{g\cos\alpha\, x^3}\left(g x^2 + 2 v_0^2 \cos\alpha\,(x\sin\alpha - y\cos\alpha)\right)$$

berechnet werden muß.

In horizontaler Schußrichtung ist $\alpha = 0$, und also

258) $$D_x = -\frac{G\, g^2\, x^6}{16 v_0^4\, y^3}.$$

Das negative Vorzeichen rührt von der Senkung y her, die negativ ist.

Beim Horizontalschuß für gleiche Entfernungen ist die Durchschlagskraft umgekehrt proportional der dritten Potenz der Senkung oder der Entfernung des Treffpunktes von der Mündungshorizontalen.

Als weitere Anwendung wählen wir das leichte Geschoß mit Luftkanal von Herrn Professor Hebler.

Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 904$ m, Schußweite 300 m, Geschoßgewicht 4,3 gr.

Da über y oder die Fallhöhe beim Horizontalschuß keine Angabe bekannt ist, so bilden wir uns einen Näherungswerth $y = \frac{1}{2} g t^2$ mit t etwa $\frac{1}{3}$ Sekunden, also $y = \frac{1}{18} g$, der vielleicht noch etwas kleiner sein kann, setzen v_0 rund $= 900$ m und $g = 10$ m und erhalten als Horizontalkomponente der Durchschlagskraft des Heblergewehrs:

$$D_x = \frac{4{,}3 \cdot 300^6 \cdot 18^3}{1000 \cdot 900^4 \cdot g} = 174 \text{ mkg}.$$

Die Horizontalgeschwindigkeit in der Schußweite x ist

259) $$v_x = \frac{g}{2}\sqrt{\frac{g}{2}\cdot\frac{x^3}{\sqrt{\cos\alpha}\,(x\sin\alpha - y\cos\alpha)^{3/2}}}$$

Digitized by

Aus der „Schießinstruktion für die Infanterie" 1884 entnehmen wir Seite 70 folgende praktische Angaben:

Infanteriegewehr M/71.

Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses 25 m vor der Mündung 440 m, mittlere Flughöhe über der horizontalen Visirlinie bei Anwendung des Visirs 400 m in 25 m Entfernung: 0,33 m, in 225 m (Scheitelpunkt): 1,63 m. Geschoßgewicht: 25 gr.

Die Erhöhung ist mit hoher Annäherung gegeben durch

$$\operatorname{tg} \alpha = 0{,}345/25 \text{ oder}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 0{,}0138, \quad \cos \alpha = 1, \quad y = 1{,}63, \quad x = 225, \quad G = 0{,}025, \quad v_0 = 450 \text{ m}, \quad g = 10 \text{ m}.$$

Hiernach haben wir auf Grund der obigen Entwickelungen.

Die Durchschlagskraft des deutschen Infanteriegewehrs M/71 bei Anwendung des Visirs 400 m beträgt im Scheitelpunkt von 1,63 m Höhe bei 225 m Entfernung

154 mkg.

Man bemerkt an der Formel, daß die Erhöhung überaus genau gemessen werden muß, indem kleine Differenzen schon große Unterschiede in den Durchschlagskräften hervorbringen.

Wenn man statt der Horizontalprojektion der Geschwindigkeit und deren lebendigen Kraft die Endgeschwindigkeit und die entsprechende Durchschlagskraft berechnen will, so ist diese

$$260) \quad D = \tfrac{1}{2} \frac{G_0 v_0^2}{g} \left(\frac{Q}{Q_0}\right) \left(\frac{\sin \alpha^2}{1 + \tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha \cdot \frac{r^2}{r_0^2} \left(\frac{G_0}{G}\right)^2 \frac{Q}{Q_0}} + \frac{\cos \alpha^2}{\left(1 + \tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha \frac{r_0^2}{r^2} \left(\frac{G_0}{G}\right)^2 \frac{Q}{Q_0}\right)} \right).$$

Dieser Ausdruck liefert uns also die Durchschlagskraft in der Wurfweite. Das Gewicht des Geschosses ist G, die Ladung Q, das Kaliber 2 r. Wir haben hierin der Einfachheit wegen $n = 1/2$ angenommen.

Es zeigt sich unmittelbar, daß mit kleinerem Kaliber die Durchschlagskraft wächst, wenn die Geschoßgewichte und die Ladungen dieselben bleiben.

Keineswegs aber nimmt, wie es zuerst den Anschein hat, mit der Pulverladung die Durchschlagskraft unbegrenzt zu.

Nehmen wir $\frac{Q}{Q_o}$ als variabel an, und alles Uebrige als konstant, so zeigt die Differentiation, daß innerhalb der Erhöhungsgrenze $\alpha = 0$ und $\alpha = 30°$ eine Grenze für das Ladungsverhältniß vorhanden ist, deren Größe nicht überschritten werden sollte. Größere Ladungen würden also nutzlos sein, da der in um so höherem Grade wirksame Luftwiderstand die erhöhte Geschwindigkeit rasch vernichtet.

Andererseits nimmt unter sonst gleichen Verhältnissen die Durchschlagskraft mit dem Geschoßgewicht zu.

Der Ausdruck $\frac{r^2}{r_o^2}\left(\frac{G_o}{G}\right)^2 = \left(\frac{r_o}{r}\frac{L_o}{L}\right)^2$ führt, wenn er $= 1$ gesetzt wird, zu der Proportion

$$r : r_o = L_o : L.$$

Verhalten sich bei gleicher Ladung die Kaliber umgekehrt wie die Geschoßlängen, so bleiben die Durchschlagskräfte dieselben.

Einfacher wird die Formel der Horizontalkomponente der Durchschlagskraft in der Wurfweite $x = W$

261) $$D_x = \tfrac{1}{2}\frac{G}{g}\frac{v^2 \cos\alpha^2}{\left(1 + \frac{4}{3}\frac{U}{g}\sin\alpha\right)^3}$$

also wenn

$$G = 25\,g,\quad v_o = 450\,m,\quad U = 129{,}4,\quad \alpha = 5°\ 58'\ 58'',$$
$$W = 1500\,m,\ \text{so ist}\ D_x = 16\ mkg,$$

was eine noch hinlänglich große Stoßkraft ist.

Allgemeiner ist

262) $$D_x = \tfrac{1}{2}\frac{G_o}{g}v_o^2\frac{Q}{Q_o}\frac{\cos\alpha^2}{\left(1 + \frac{4\,U_o}{3\,g}\sin\alpha\frac{r^2}{r_o^2}\frac{G_o^2}{G^2}\frac{Q}{Q_o}\right)^3}$$

Auch in diesem Falle hat das Ladeverhältniß seine Grenze. Sein Maximalwerth ist

263) $$\frac{Q}{Q_o} = \frac{3\,g\,r_o^2\,G^2}{8\,U_o\sin\alpha\,r^2\,G_o^2},$$

Digitized by

und die Durchschlagskraft in der entsprechenden Wurfweite:

264) $$D = \tfrac{1}{18} \frac{G_o\, v_o^2 \cos \alpha^2\, r_o^2\, G^2}{U_o \quad \sin \alpha\, r^2\, G_o^2}.$$

Bei gleichen Ladungen und Geschoßgewichten nimmt die Durchschlagskraft zu, wenn das Kaliber abnimmt.

Bei gleichen Ladungen und gleichem Kaliber nimmt die Durchschlagskraft mit größerem Geschoßgewicht zu.

Es ist $G = r^2 \pi L s$, demnach kann man D_x umwandeln in

265) $$D_x = \tfrac{1}{2} \frac{G_o}{g} v_o^2 \frac{Q}{Q_o} \frac{\cos \alpha^2}{\left(1 + \tfrac{1}{3} \frac{U_o}{g} \sin \alpha \cdot \frac{G_o}{G} \frac{L_o}{L} \frac{Q}{Q_o}\right)^3}.$$

Also:

Bei gleichem Geschoßgewicht und gleicher Ladung, aber größerer Geschoßlänge nimmt die Durchschlagskraft zu.

Verhalten sich die Geschoßgewichte und die Kaliber umgekehrt wie die Geschoßlängen

$$\frac{G}{G_o} = \frac{r}{r_o} = \frac{L_o}{L}$$

und sind die Ladungen gleich, so bleiben die Durchschlagskräfte unverändert.

Mit wachsendem Geschoßgewicht und Geschoßlänge wachsen die Durchschlagskräfte.

XXV. Die Durchschlagskraft der preußischen langen 15 cm Ringkanone.

Die allgemeinen „Schußtafeln für die gezogenen Geschütze" enthalten auf Seite 236 eine Tabelle, welche die Wirkung der Geschosse gegen Walzeisenpanzer zahlenmäßig zum Ausdruck bringt. Da es nun von Werth ist, für jedes Geschütz die Durchschlagsfähigkeit gegen Panzerziele von verschiedener Plattenstärke auf allen Entfernungen bei rechtwinkligem Auftreffen zu bestimmen, so wollen wir die Formel, welche die Größe der Durchschlagsfähigkeit wiedergiebt, an den Erfahrungsresultaten prüfen und die theoretischen Ergebnisse mit letzteren vergleichen.

Digitized by Google

Dem Vorhergehenden gemäß haben wir für die Entfernung x

$$S = A \left(1 - \frac{2\,U_0\,x}{3\,v_0^2 \cos\alpha}\right)^{9/4}$$

und für eine andere Entfernung x_1:

$$S_1 = A \left(1 - \frac{2\,U_0\,x_1}{3\,v_0^2 \cos\alpha}\right)^{9/4}$$

266) mithin

$$\frac{S}{S_1} = \left(\frac{1 - \varrho\,x}{1 - \varrho\,x_1}\right)^{9/4}.$$

S bedeutet die Panzerstärke, die in der Entfernung x durchschlagen wird.

Um die Konstante ϱ zu berechnen, schlagen wir Nr. 9 der Schußtafel auf und notiren für die

Lange 15 cm Ringkanone S. 184 (1879)

die folgenden Elemente:

$v_0 = 495$ m, $\alpha = 2°$, $W = 1500$ m, $T = 3{,}5$ Sek. (ber. 3,36 Sek.)

Vermöge der Formel

$$U_0 = \tfrac{3}{4}\,\frac{v_0^2 \sin 2\alpha - g\,W}{W \sin\alpha},\quad g = 10$$

erhalten wir

$$U_0 = 30{,}1 \text{ m}$$

$$\text{also } \varrho = \frac{2\,U_0}{3\,v_0^2 \cos\alpha} = 0{,}000082.$$

Eine zweite Berechnung führt auf

$$\varrho = 0{,}00008316$$

die wir benutzen wollen.

Nunmehr haben wir

267) $$\frac{S}{S_1} = \left(\frac{1 - 0{,}00008316 \cdot x}{1 - 0{,}00008316\,x_1}\right)^{9/4}.$$

Indem wir die Data für ein x_1 berechnen, haben wir definitiv

268) $$S = 16{,}765\,(1 - 0{,}00008316\,x)^{9/4}$$

oder in Logarithmen

$$S = (1{,}22444)\,(1 - 0{,}00008316\,x)^{9/4}$$

Digitized by Google

Hierin bedeutet also S die Dicke der Panzerplatte in Centimetern, welche in der Entfernung x von der Langen 15 cm Ringkanone mit der Ladung 8,5 kg P. P. C/68 und einer 15 cm Hartgußgranate von 35,5 kg durchschlagen wird.

Nachstehende Tabelle zeigt die Wirkungsart der Kanone nach Beobachtung und Rechnung:

x_m (Schußweite)	S_m (beob.)	S (ber.)	Differenz
2400	10,16	10,16	0,00
1800	11,43	11,64	0,21
1300	12,70	12,96	0,26
900	13,97	14,07	0,10
500	15,24	15,24	0,00
200	16,51	16,15	— 0,36

Diese unbedeutenden Differenzen lassen die zwischen der Theorie und der Erfahrung herrschende schöne Uebereinstimmung augenfällig hervortreten.

Daß indessen auch mehr oder weniger große Abweichungen vorkommen können, ist natürlich nicht ausgeschlossen, und kann dies an mehr oder weniger zufälligen Umständen liegen, die sich der Rechnung entziehen.

XXVI. Erweiterung der allgemeinen Gleichungen.

Wir haben in den vorhergehenden Entwickelungen im Allgemeinen einen möglichst kleinen Formelapparat iu Anwendung gebracht, um einen klareren Ueberblick über die auch so noch immer verwickelten Verhältnisse zu behaupten. Wir müssen indessen auch auf diejenigen veränderten Umstände Rücksicht nehmen, wie sie das Bedürfniß der Praxis erheischt, wiewohl sie im Allgemeinen die früheren theoretischen Resultate in ihren Hauptresultaten nur in geringem Maße beeinflussen. So haben wir bisher über die Größe des Pulverraumes in Bezug auf das Kaliber des Rohrs stillschweigend die Gleichheit beider Durchmesser vorausgesetzt, auch auf den Luftwiderstand im Innern des Rohrs keine Rücksicht genommen, desgleichen nicht auf die Reibung und auf den nicht momentanen Verbrennungsprozeß des Pulvers.

Die Berücksichtigung aller dieser immerhin bedeutsamen Bewegungsfaktoren würde für eine erste Annäherung überaus komplizirte Gleichungen herbeigeführt haben, die unübersichtlich geworden wären und ein einfaches Schlußresultat zur Unmöglichkeit gemacht hätten.

Wir werden indessen noch diejenigen Entwickelungen hierüber geben, die zu einer vollständigeren Rechnung nothwendig sind.

Ein Kilogramm Pulver übe in Gasform in einem Pulverraum von 1 cbm auf einen Quadratmeter einen Druck k aus. Hat der Pulverraum eines Geschützes den Querschnitt ω und die Länge a, so ist für den Raum ωa der Druck auf den Quadratmeter

$$\frac{k}{\omega a}$$

und demnach für Q kg

$$\frac{k\,Q}{\omega\,a}.$$

Hat also das Geschützrohr den Querschnitt ω', so ist der Druck der Pulvergase auf diesen Querschnitt ω' oder auf den Geschoßboden

$$\frac{k\,Q\,\omega'}{\omega a}.$$

Ist das Projektil um $x - a$ Meter fortgeschoben, x vom Boden des Pulverraumes angerechnet, so hat sich das Gas vom Volum ωa auf das größere $\omega a + (x - a)\,\omega'$ ausgedehnt und dem Mariotteschen Gesetz zufolge ist demnach daselbst die Pulverkraft

$$T = \frac{k\,Q\,\omega'}{\omega\,\alpha} \cdot \frac{\omega a}{\omega\,a + (x - a)\,\omega'},$$

oder

$$T = \frac{k\,Q}{\frac{a\,(\omega - \omega')}{\omega'} + x}.$$

Wir setzen $\frac{\omega}{\omega'} = \gamma^2$,

und haben also als Beschleunigung des Geschoßgewichtes G

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = \frac{k\,Q\,g}{(\alpha\,(\gamma^2 - 1) + x)\,G},$$

oder da

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{v\,dv}{dx},$$

Digitized by

nach einer Integration

$$v^2 = \frac{2\,k\,Q\,g}{G} \ln \frac{a\,(\gamma^2 - 1) + x}{a\,\gamma^2},$$

269) oder

$$v^2 = \frac{2\,k\,Q\,g}{G} \ln \left(1 - \frac{1}{\gamma^2} + \frac{x}{a\,\gamma^2}\right).$$

Dies ist die modifizirte Gleichung der Bewegung, die für $\gamma = 1$ in die frühere übergeht.

Hieraus kann der Gasdruck k eines Kilogramms auf 1 Quadratmeter eines Raumes von 1 Kubikmeter berechnet werden:

$$k = \frac{v^2\,G}{2\,g\,Q \ln \left(1 - \frac{1}{\gamma^2} + \frac{x}{a\,\gamma^2}\right)}.$$

Der Gasdruck von Q kg im Pulverraum ωa ist also auf 1 Quadratmeter

270) $$\text{Gasdruck} = \frac{v^2\,G}{2\,g \cdot \omega a \ln \left(1 - \frac{1}{\gamma^2} + \frac{x}{a\,\gamma^2}\right)}.$$

Ist wie gewöhnlich ωa in Kubikdezimetern und der Gasdruck in Atmosphären angegeben, so ist endlich

271) $$\text{Gasdruck} = \frac{v^2\,G\,1000}{g\,\omega\,a \ln \left(1 - \frac{1}{\gamma^2} + \frac{1}{a\,\gamma^2}\right) \cdot 10325}$$

bei 760 mm Barometerstand und der Seelenlänge l des Geschützrohrs.

Wir wählen folgendes Beispiel:

29 cm Haubitze (Heft LXXIX S. 14, 15) von Krupp.

$v = 261{,}5$ m, $G = 300$ kg, $l = 2850$, $a = 369$,

$\omega a = 25{,}22$ cdm, $\gamma = \frac{295}{285{,}5}$, $g = 9{,}81$ m.

Demnach ist der Gasdruck obiger Formel gemäß = 2020 Atmosphären gegen 2160 der Tabelle.

Es würde indessen nicht richtig sein, aus dieser halbwegs zutreffenden Berechnung auf deren Zuverlässigkeit zu schließen. Es würde dies voraussetzen, daß die Entzündung des Pulvers plötzlich vor sich gehe, oder daß es als offensives Geschützpulver

Digitized by Google

verbrennt, bevor das Geschoß sich in Bewegung gesetzt hat, was bekanntlich und am wenigsten bei Geschützen der Fall ist. Thatsächlich weichen auch andere Rechnungsresultate von den gemessenen derart erheblich ab, daß es nothwendig ist, die zeitliche Entzündung des Pulvers in Rechnung zu ziehen. Was den Einfluß der Reibung des Geschosses im Innern des Rohres betrifft, so verweisen wir auf die theoretische Studie von „Cranz, Ballistik der gezogenen Gewehre".

Bezüglich des Ausdrucks

$$\ln\left(1 - \frac{1}{\gamma^2} + \frac{l}{a\gamma^2}\right)$$

bemerken wir noch folgende Transformation desselben:

$$\ln \frac{l}{a}\left(1 + \frac{\gamma^2 - 1}{l} a\right) - \ln \gamma^2.$$

Weil $\frac{a}{l}$ klein ist, können wir dafür setzen:

$$\ln \frac{l}{a} + (\gamma^2 - 1)\frac{a}{l} - \ln \gamma^2.$$

Ist die Lauflänge etwa 21 mal so groß wie die Ladung, also $\frac{a}{l} = \frac{1}{21}$ und verhält sich der Durchmesser des Pulverraumes zum Kaliber etwa wie 6 : 5, so ist annähernd wegen $\gamma = \frac{6}{5}$

$$\ln \frac{l}{a} + \frac{a}{21} - 0{,}35 = \ln \frac{l}{a} \cdot (1 - 0{,}11) = \frac{8}{9} \ln \frac{l}{a}$$

mit welchem Werthe man also eigentlich unter obigen Verhältnissen zu rechnen gehabt hätte.

Der Werth des Logarithmus ist also um so kleiner, je größer das Verhältniß γ wird. Für verschiedene Geschützkaliber kann man von vornherein die Korrektionskonstante leicht bestimmen.

XXVII. Der Gasdruck im Innern des Geschützrohrs.

Wir verlassen jetzt die Ansicht der momentanen Entzündung der gesammten Pulverladung, da dieselbe thatsächlich nicht stattfindet und überhaupt unmöglich ist, und werden theoretisch die Vorgänge bei der nicht momentanen Entzündung und die Folgen dieser allerdings in sehr kurzer Zeit vor sich gehenden Verbrennung auf die Bewegungszustände des Geschosses berechnen.

Digitized by Google

Die Zustände der Bewegung sind dann durchaus andere. Mit dem Moment der Entzündung tritt auch sofort die Bewegung ein, die des Pulvers während seiner mehr oder weniger raschen Verbrennung, und die des Geschosses. Beide müssen miteinander verbunden werden, wobei zu beachten ist, daß das anfänglich entzündete Pulver zugleich auf das folgende noch unverbrannte und auf das Geschoß, demnach auf eine zunächst variable Masse einwirkt und zugleich sich ausdehnt. Diese Ausdehnung wird nach dem Mariotteschen Gesetz geschehen, und werden wir, um auch hier die Verhältnisse nicht zu verwickelt zu gestalten, auf Temperatur und Abkühlung der Gase infolge Ausdehnung derselben keine Rücksicht nehmen, werden auch aus demselben Grunde für den Pulverraum gleiches Kaliber mit dem Geschützrohr voraussetzen.

Die Bewegungsgleichungen entwickeln sich dann wie folgt:

Der Querschnitt der Pulverladung wie des Geschosses sei ω, die Länge der ersteren sei a, des letzteren l, in der Zeit t sei die Verbrennung des Pulvers in der Längsrichtung bis y fortgeschritten, das verbrannte Pulver hat also das Gewicht $\omega\, y\, s_1$, wo s_1 = spezifisches Gewicht des Pulvers. Das noch unverbrannte Pulver bildet also mit dem Geschoßgewicht G das Gesammtgewicht

$$G + (a - y)\, \omega s_1$$

zur Zeit t nach der Entzündung. Der Druck des aus $\omega\, y\, s_1$ entwickelten Pulvergases hat das Geschoß nebst dem noch unverbrannten Pulver bis x getrieben, wo x die Entfernung nicht des Geschoßbodens, sondern des Bodens des noch unverbrannten Pulvers vom Zündende bezeichnet, so daß also das verbrannte Pulverquantum $\omega\, y$ sich auf $\omega\, x$ ausgedehnt hat.

Um diese Verhältnisse in eine Formel zu bringen, bezeichnen wir wieder den Druck, den ein Kilogramm Pulver in Gaszustand in einem Kubikmeter Hohlraum auf die Flächeneinheit des Quadratmeters ausübt mit k, alsdann ist der Druck dieses Kilogramms im Pulverraum $\omega\, y$ für den Quadratmeter

$$\frac{k}{\omega y},$$

und demnach für den Querschnitt ω

$$\frac{k \cdot \omega}{\omega y}.$$

Digitized by

Da nun innerhalb der Zeit t eine Pulvermenge von

$$f(t)$$

in Gas sich verwandelt, über welche Funktion wir nachher entscheiden, so ist der Gasdruck für dieses Quantum

$$\frac{k}{\omega y} \cdot \omega \cdot f(t).$$

Indem nun aber diese Masse vom Volumen ωy sich auf ωx ausgedehnt hat, ist der Gasdruck auf Geschoß plus unverbranntem Pulver:

$$\frac{k}{\omega y} \cdot \omega f(t) \cdot \frac{y}{x}.$$

Die in Bewegung gesetzte Masse ist demnach

$$\frac{G + (a - y)\, \omega s_1}{g},$$

oder, da $a \omega s_1$ das Pulver- oder Ladungsgewicht ist, auch gleich

$$\frac{G + Q - \omega y s_1}{g}.$$

Die Beschleunigung der Bewegung ist also

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{k f(t)}{x} \cdot \frac{g}{G + Q - \omega y s_1},$$

oder da $\omega y s_1$ das verbrannte Pulverquantum $f(t)$ ist:

272) $$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{kg}{x} \cdot \frac{f(t)}{G + Q - f(t)}.$$

Es bedarf also nur noch der Bestimmung der Funktion $f(t)$. Denken wir uns Pulverkörner in gerader Linie perlschnurartig aneinander gereiht und das erste entzündet, so schreitet die Verbrennung mit der Geschwindigkeit c der Zeit proportional voran. Denken wir uns andererseits eine Kugel aus Pulver im Mittelpunkt entzündet, so schreitet die Verbrennung nach allen Richtungen vor und wächst mit der Masse und der Zeit. Das verbrannte Pulverquantum ist also

$$4 \pi s_1 \iint r^2\, dr\, dt = 4 \pi s_1 \int dt \int r^2\, dr$$

$$= \frac{4 \pi s_1}{3} \int dt \cdot r^3$$

oder wegen

$$r = c t$$

Digitized by

gleich

$$\frac{\pi s_1}{3} c^3 t^4$$

oder

$$\frac{\pi s_1 r^3 t}{3}.$$

Die Menge des verbrannten Pulvers ist also der vierten Potenz der Zeit proportional, oder proportional dem Produkt der verbrannten Masse in die Zeit. Bezeichnen wir $\frac{1}{3} \pi c^3 s_1$ mit ρ, so ist endlich

273) $$f(t) = \rho t^4$$

und ρ ist demnach das Verbrennungs- oder Geschwindigkeitsquantum in der Sekunde, und ist als Ausdruck des Maßes der Schnelligkeit der Verbrennung für die verschiedenen Pulversorten verschieden, also z. B. bei brisantem Pulver größer als bei langsamer verbrennendem. Diese Formel kann für cylindrische Patronen in gleicher Weise benutzt werden.

Nunmehr haben wir folgende Differentialgleichung zweiter Ordnung zur Berechnung der Bewegung des Geschosses für die Zeitdauer der Verbrennung des Pulvers:

274) $$\frac{x\, d^2 x}{dt^2} = \frac{k g \rho t^4}{G + Q - \rho t^4}$$

Die Verbrennungszeit ist gebunden an die Bestimmung

275) $$t = \sqrt[4]{\frac{Q}{\rho}}$$

indem alsdann sämmtliches Pulver verbrannt ist und seine weitere Wirkung nach dem Mariotteschen Gesetz erfolgt.

Wir führen für x folgende Reihe ein

$$x = A t^3 + B t^7 + C t^{11} + \ldots$$

und bestimmen nach bekannter Methode die Koeffizienten.

Wir übergehen die Rechnungen und schreiben das Endresultat sogleich nieder.

276) $$x = \sqrt{\frac{k g \rho}{6 (G + Q)}} \left(t^3 + \frac{\rho t^7}{8 (G + Q)} + \frac{171 \rho^2 t^{11}}{3712 (G + Q)^2} + \frac{6341 \rho^3 t^{15}}{267264 (G + Q)^3} \ldots \right).$$

Digitized by Google

Die Geschwindigkeit ergiebt sich aus

$$277)\quad v = \sqrt{\frac{3\,k\,g\,\varrho}{2\,(G+Q)}}\left(t^2 + \frac{7}{24}\frac{\varrho\,t^6}{(G+Q)} + \frac{627}{3712}\frac{\varrho^2\,t^{10}}{(G+Q)^2} + \frac{44387}{400896}\frac{\varrho^3\,t^{14}}{(G+Q)^3}\,..\right)$$

Die Koeffizienten in der ersten Reihe sind:

1 0,125 0,0460668 .. 0,023725 ..

in der zweiten

1 0,29166 .. 0,1689116 .. 0,118626 ..

Demnach ist die Geschwindigkeit des Geschosses nach der Verbrennung

$$278)\quad v_1 = \sqrt{\frac{3\,k\,g\,Q}{2\,(G+Q)}}\left(1 + 0{,}2916\,\frac{Q}{G+Q} + 0{,}1689\,..\,\frac{Q^2}{(G+Q)^2} + 0{,}1186\,..\,\frac{Q^3}{(G+Q)^3}\,..\right)$$

und die Verbrennungsstrecke

$$279)\quad x_1 = \sqrt{\frac{k\,g\,Q}{6\,(G+Q)}}\sqrt{\frac{Q}{\varrho}}\left(1 + 0{,}125\,\frac{Q}{G+Q} + 0{,}046\,..\,\frac{Q^2}{(G+Q)^2} + 0{,}0237\,..\,\frac{Q^3}{(G+Q)^3}\,..\right)$$

Die lebendige Kraft L nach Ende der Verbrennung ist

$$280)\quad L = \tfrac{3}{4}\,\frac{k\,G\,Q}{G+Q}\left(1 + 0{,}2916\,\frac{Q}{G+Q} + 0{,}1689\,\frac{Q^2}{(G+Q)^2} + 0{,}1186\,\frac{Q^3}{(G+Q)^3}\,..\right)^2.$$

Diese Reihen konvergiren um so schneller, je kleiner der Ladungsquotient $\frac{Q}{G}$ ist. Ist dies der Fall, läßt sich der obige Ausdruck auf

$$281)\quad L = \tfrac{3}{4}\,\frac{k\,G\,Q}{G+Q}$$

vereinfachen.

Wir bezeichnen die obige Reihe auf folgende Art

$$282)\quad \lambda = 1 + 0{,}2916\,\frac{Q}{G+Q} + 0{,}1689\,\frac{Q^2}{(G+Q)^2} + 0{,}1186\,\frac{Q^3}{(G+Q)^3}.$$

Digitized by Google

Die Expansion des Pulvers nach dem Verbrennungsprozeß bedingt die Bewegungsgleichung

283) $$\frac{dv}{dt} = \frac{k\,Q\,g}{G\,x},$$

und integrirt

$$\tfrac{1}{2}\,v^2 = \frac{k\,Q\,g}{G}\,\ln x + C.$$

Zur Bestimmung der Konstante C haben wir beim Beginn der Expansion

$$\tfrac{1}{2}\,v_1^2 = \frac{k\,Q\,g}{G}\,\ln x_1 + C$$

mithin

$$\tfrac{1}{2}\,v^2 = \tfrac{1}{2}\,v_1^2 + \frac{k\,Q\,g}{G}\,\ln\frac{x}{x_1}$$

oder vermöge 278) und 282)

284) $$\tfrac{1}{2}\,v^2 = \tfrac{3}{4}\,\frac{k\,g\,Q}{(G+Q)}\cdot\lambda^2 + \frac{k\,g\,Q}{G}\,\ln\frac{x}{x_1}.$$

An der Mündung der Kanone wird v zu v_0 und x gleich der Seelenlänge l, also haben wir endlich als allgemeinsten Ausdruck für die Geschwindigkeit des Geschosses beim Heraustreten aus der Mündung

285) $$v_0^2 = \tfrac{3}{2}\,\frac{k\,g\,Q}{G+Q}\left(1 + 0{,}2916\,\frac{Q}{G+Q} + 0{,}1689\,\frac{Q^2}{(G+Q)^2} + 0{,}1186\,\frac{Q^3}{(G+Q)^3}\cdot\cdot\right)^2 + \frac{2\,k\,g\,Q}{G}\,\ln\frac{l}{x_1}$$

worin

286) $$x_1 = \sqrt{\frac{k\,g\,Q}{6\,(G+Q)}}\,\sqrt{\frac{Q}{\varrho}}\left(1 + 0{,}125\,\frac{Q}{G+Q} + \text{ꝛc.}\,\cdot\cdot\right)$$

die Verbrennungsstrecke des Pulvers bedeutet.

Der Maximalgasdruck des verbrannten Pulvers ist

$$\text{Gasdruck} = \frac{k\cdot Q\cdot 1000}{\omega\,a\cdot 10325}\ \text{Atmosphären},$$

$\omega\,a$ = Pulverraum in Kubikdezimetern. k ergiebt sich aus 285).

Demnach ist der Gasdruck mit Berücksichtigung der Reibung [siehe 271)]

287) $$\text{Gasdruck} = \frac{\frac{2}{3}\cdot 1000\,(G+Q)\,v_0^2}{10325\,\omega\,a\cdot g\left(\lambda^2 + \frac{1}{3}\,\frac{G+Q}{G}\,\ln\frac{l}{x_1}\right)}\ \text{Atmosphären}.$$

Digitized by Google

(G = Geſchoßgewicht in Kilogramm, Q = Ladung in Kilogramm. v_0 Geſchwindigkeit des Geſchoſſes beim Verlaſſen der Mündung, ωa der Pulverraum in Kubikdezimetern, g = 9,81, l die Seelenlänge des Geſchützes, x_1 die Strecke, bis zu welcher das Pulver ſich in Gasform verwandelt hat.

Wir greifen wieder zu einem Heft der Schießverſuche der Gußſtahlfabrik Krupp, um von der obigen Theorie zur Erfahrung überzugehen.

Heft LXXXV, S. 14 und 15. 7,5 cm Schnellade-Kanone.

v = 669 m, G = 6 kg, Q = 1,20 kg, ωa = 3,05 Kubikdezimeter.
Barometerſtand 754 mm, Luftdruck 10 257 ſtatt 10 325 kg.
Gasdruck 2200 Atmoſphären. Pulverſorte W. P. C/89 von Köln-Rottweil.

Wir beſtimmen das Verhältniß der Seelenlänge zur Verbrennungslänge x_1. Es iſt wegen $\lambda = 1{,}0537$

$$2200 = \frac{2 \cdot 669^2 \cdot 7{,}20 \cdot 1000}{3 \cdot 3{,}05 \cdot 9{,}81 \left(\lambda^2 + \frac{4}{3} \cdot \frac{7{,}2}{6} \ln \frac{l}{x_1}\right) 10257}$$

Die Berechnung ergiebt

$$\frac{l}{x_1} = 3{,}55$$

oder

$$\frac{x_1}{l} = 0{,}28.$$

Aus dieſem Verhältniß ergiebt ſich für das 3 mm lange Rohr, daß das Pulver noch einer merklichen Verbrennungszeit bedarf, indem der Verbrennungsraum über ein Viertel des Laufs in Anſpruch nimmt.

Heft LXXIX, S. 14 und 15. 29 cm Haubitze L/11,6.

v = 260 m, G = 300 kg, Q = 18,5 kg Würfelpulver,
ωa = 25,22 cdm,
a = 0,369 m, l = 2,850 m. Gasdruck = 2175 Atmoſphären,
Luftdruck 10420 kg.

Es folgt nahezu

$$\frac{l}{x_1} = 3{,}0,$$

$$x_1 = 0{,}95 \text{ m}.$$

Digitized by Google

Die Qualität dieſes Pulvers iſt demnach verſchieden von der obigen.

Der Gasdruck eines Kilogramms dieſes Pulvers iſt

$$k = \text{Gasdruck} \cdot \frac{\omega a}{1000} \cdot \frac{10\,420}{Q} = 30\,895 \text{ kg ungefähr 3 Atmoſphären,}$$

und dies eingeſetzt in die Formel für x_1 ergiebt

$$x_1 = \sqrt{\frac{9{,}81 \cdot 18{,}5 \cdot 30895}{6 \cdot 318{,}5}}\ t.$$

alſo

$$x_1 = 54\ t,$$

demnach

$$t = \frac{0{,}95}{54} = 0{,}017 \text{ Sekunden.}$$

Die Zeitdauer der Verbrennung der 18,5 kg Pulver in der 29 cm Haubitze iſt ungefähr $^1/_{57}$ Sekunde, und die Geſchwindigkeit des Projektils nach dem vollſtändigen Verbrennungsprozeß würde nach der obigen Formel für v ſchon 162,5 pro Sekunde betragen.

Der Gasdruck k eines Kilogramms Pulver auf einen Quadratmeter im Raume eines Kubikmeters iſt dem obigen zufolge ungefähr drei Atmoſphären; alſo in einem Kubikdezimeter = 3000 Atmoſphären.

Die chemiſche Formel für das Pulver iſt

$$2\,KNO_3 + S + 3\,C,$$

beim Verbrennen findet eine Zerlegung in

$$K_2S + 3CO_2 + 2N$$

ſtatt, und das Verbindungsgewicht 270 des Pulvers enthält alſo $3\,(12 + 2 \cdot 16)$ Theile Kohlenſäure und $2 \cdot 14$ Theile Sauerſtoff. Da 1 cdm atmoſphäriſche Luft 1,293 g wiegt und das Verbindungsgewicht des Stickſtoffgaſes 0,972, der Kohlenſäure 1,53 iſt, ſo entſtehen aus 1 g Pulver über 300 ccm Gas, die infolge der Verbrennungswärme von etwa 3000° ſich auf etwa 3000 ccm ausdehnen, während 1 g Pulver nur wenig mehr als 1 ccm Raum einnimmt.

Wir wollen ferner für die 24 cm Kanone L/40 die Rechnungen durchführen.

Digitized by Google

Heft LXXXIII, S. 56 und 57.

Pulversorte P. P. C/82, Pulvergewicht 115 kg, Panzergranate L/3,5, Gewicht 215 kg.

Anfänglicher Verbrennungsraum $\omega a = 108{,}7$ cdm.
Anfangsgeschwindigkeit 633 m, Gasdruck 2550, Atmosphärendruck 763 mm.

$$2550 = \frac{2 \cdot 633^2 \cdot 330 \cdot 1000}{3 \cdot 108{,}7 \cdot 9{,}81 \cdot 10\,366 \left(1 + \frac{4 \cdot 330}{3 \cdot 215} \ln \frac{l}{x_1}\right)}.$$

Hieraus

$$\frac{l}{x_1} = 2{,}85.$$

Die Seelenlänge ist 8,88 m, also die Verbrennungsstrecke

$$x_1 = \frac{8{,}88}{2{,}85} = 3{,}11 \text{ m}.$$

In eben demselben Heft sind für einen Schuß mit dem rauchlosen Pulver G. P. C/89 Köln-Rottweil folgende Angaben notirt:

$G = 160$ kg, $Q = 45$ kg, $\omega a = 108{,}7$, $v = 804$ m,
Gasdruck 2890 Atmosphären.

Wir finden

$$\frac{l}{x_1} = 2{,}52.$$

Also ist die Länge des Verbrennungsraumes

$$x_1 = \frac{8{,}88}{2{,}52} = 3{,}5 \text{ m}.$$

Die Länge des anfänglichen Verbrennungsraumes ist 1,857 m, die Hälfte von x_1.

Die Verhältnisse $\frac{l}{x_1}$ können natürlich nicht durchaus konstant sein, indessen scheint in mehreren Fällen der Logarithmus $\ln \frac{l}{x_0}$ der Einheit nahe zu kommen. Unter dieser Voraussetzung wollen wir noch ein Beispiel durchrechnen.

Heft XXXIX — XLI.

Geschütz: 35 Kaliber lange 28 cm Kanone. Pulversorte: P. P. C/80. D. A.
Gewicht $Q = 115$ kg, Geschoßgewicht der Panzergranate 345 kg.
Anfänglicher Verbrennungsraum $\omega a = 134{,}42$ cdm,
Anfangsgeschwindigkeit $v = 528{,}9$ m, Barometerstand 754 mm,
also
Luftdruck 10243 kg, $\lambda^2 = 1{,}177$ nach Formel 282).

Digitized by Google

Der Gasdruck ist also = 2150 Atmosphären, und man kann ihn der Reibung wegen noch um etwa 1 pCt. erhöhen.

Die Tabelle giebt als Gasdruck nach dem Stauch-Apparat 2360 Atmosphären.

Um die Pulverkraft oder den Ausdruck Masse mal Beschleunigung

$$P = M \frac{d^2 x}{d t^2}$$

zu berechnen, haben wir hierin die Masse

$$M = \frac{G + Q - \varrho t^4}{g}$$

zu substituiren, und gemäß 274) erhalten wir

288) $$P = \frac{k \varrho t^4}{x},$$

oder die Pulverkraft ist der vierten Potenz der Zeit direkt, der Verbrennungsstrecke umgekehrt proportional. Führen wir x ein, so ist

289) $$P = \frac{\sqrt{\frac{6 (G + Q) k \varrho}{g}}\, t}{1 + \frac{\varrho t^4}{8 (G + Q)} + ..}$$

also eine komplizirte Funktion der Zeit.

Nach vollständiger Verbrennung ist sie

290) $$P = \frac{\sqrt{\frac{6 k (G + Q)}{g}}\, \sqrt{Q \varrho}}{1 + \frac{Q}{8 (G + Q)} + ..}$$

Wir werden jetzt den Einfluß berechnen, den die Luft gleich bei Beginn der Bewegung, also schon im Anfang der Verbrennung auf das Fortschreiten des Geschosses bis zur Mündung äußert. Wir haben gesehen, daß unter Umständen bei den schweren Geschützen und noch mehr bei den Handfeuerwaffen die Beschleunigungskonstante U_0 einen sehr großen Werth annehmen kann, der im Innern des Rohrs zwar mit Null beginnend, jedenfalls aber infolge des starken Anwachsens der Geschwindigkeit einen bedeutenden Einfluß auf die Geschwindigkeit hat. Diese die Beschleunigung des Geschosses verzögernde Kraft sei proportional

dem Quadrate der Geschwindigkeit, und möge demzufolge durch

$$-U_0 \frac{v^2}{v_0^2}$$

ausgedrückt werden.

Bei dem Heraustreten aus dem Geschütz ist $U = U_0$, weil $v = v_0$ ist. Die auch jetzt noch möglichst einfache Gleichung der Beschleunigung eines Geschosses im Geschützrohr unter Berücksichtigung des Luftwiderstandes ist

291) $$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{kQg}{Gx} \cdot \frac{1}{1+\sigma} - \frac{U_0}{v_0^2} v^2.$$

Nun sind die Differentialgleichungen von der Form

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{A}{x} - B\left(\frac{dx}{dt}\right)^2$$

noch integrirbar. Als erstes Integral hat man nämlich

$$v^2 = e^{-2Bx}\left(C + 2A\int \frac{dx}{x} e^{2Bx}\right).$$

Führen wir die Integration durch, so resultirt

$$v^2 = \frac{2kQge}{G(1+\sigma)}^{-\frac{2U_0}{v_0^2}x}\left(\ln\frac{x}{a} + \frac{2U_0}{v_0^2}(x-a) + \frac{U_0^2}{v_0^4}(x^2-a^2)\ldots\right).$$

und demnach ist die Geschwindigkeit an der Mündung

292) $$v_0^2 = \frac{2kQge}{G(1+\sigma)}^{-\frac{2U_0}{v_0^2}l}\left(\ln\frac{l}{a} + \frac{2U_0}{v_0^2}(l-a) + \ldots\right).$$

Der Druck k ist demnach

$$k = \frac{v_0^2 G(1+\sigma) e^{\frac{2U_0}{v_0^2}l}}{2gQ\left(\ln\frac{l}{a} + \frac{2U_0}{v_0^2}(l-a) + \frac{U_0^2}{v_0^4}(l^2-a^2)\ldots\right)}.$$

Mit hinreichender Annäherung ist also der Gasdruck von Q kg im Pulverraum ω a mit Rücksicht auf Reibung σ

293) $$\text{Gasdruck} = \frac{v_0^2 G(1+\sigma)\left(1 + \frac{2U_0}{v_0^2}l\right)}{2g\omega a\left(\ln\frac{l}{a} + \frac{2U_0}{v_0^2}(l-a)\right)}(1+\sigma),$$

σ ungefähr $1/100$.

Digitized by Google

Setzen wir die Reibungskräfte = Null, ebenso U_0, so geht aus der Formel ein bekannter früherer Ausdruck hervor. Die Formel würde komplizirter sein, wenn wir die schärferen Gleichungen angewandt hätten. Wir haben dies nicht gethan, um möglichst einfache Verhältnisse und schnellere Uebersichten zu gewinnen.

Die letzte Formel zeigt, daß, wenn dieselbe Anfangsgeschwindigkeit wie bei $\sigma = 0$ und U_0 eintreten soll, der Gasdruck um so größer sein muß, je größer die Reibung und der Luftwiderstand ist.

Die obigen Gleichungen für das inoffensive Pulver, das im Anfang weniger Gas entwickelt, zeigen parallel mit der Erfahrung, daß der höchste Druck erst dann entsteht, wenn das Geschoß einen gewissen Weg zurückgelegt hat; daraus folgt ein geringerer absoluter Druck, eine längere Flugzeit im Rohre, eine größere Geschwindigkeit in den vorderen Rohrtheilen. Hierdurch allein ist es möglich, größere Geschwindigkeiten ohne zu hohen Gasdruck zu erzielen. Vergl. Müller, Die Entwickelung der Feldartillerie, II. Band Seite 110.

Aus den „Anlagen zu den Pulververſuchen in Preußen von 1869 bis 1880" entnehmen wir die folgenden Data: Seite 1 und 6 (Müller, II. Band Seite 112):

Es beträgt der Maximalgasdruck in 9 cm Rohren bei 0,6 kg Geschoßpulver in dem Verbrennungsraum 1053 ccm bei 322 m Anfangsgeschwindigkeit der 6,9 kg schweren Granate 1500 bis 1600 Atmosphären. Diese Angaben wollen wir theoretisch verwerthen. Es ist

$$G = 6{,}9 \text{ kg}, \quad Q = 0{,}6 \text{ kg}, \quad v_0 = 322 \text{ m}, \quad \omega a = 1{,}053 \text{ cdm},$$

$$g = 9{,}81, \quad \frac{Q}{G + Q} = 0{,}08, \quad \lambda = 1 + 0{,}2916 \cdot 0{,}08 + 0{,}1689 \cdot 0{,}08^2 + \ldots = 1{,}0244,$$

also nach 287) der

$$\text{Gasdruck} = \frac{4472\,(1+\sigma)}{\lambda^2 + \frac{100}{69} \ln \frac{l}{x_i}}.$$

Ist nun $x_i = \frac{1}{4} l$ oder die Verbrennungsstrecke $^1/_4$ der Seelenlänge, so ist $\ln \frac{l}{x_i} = 1{,}38629$ und man erhält bei etwa 1 pCt. Reibung oder $\sigma = \frac{1}{100}$ als Gasdruck

1500 Atmosphären,

entsprechend der obigen Angabe.

Digitized by Google

Die Geschwindigkeit des Geschosses am Ende des Verbrennungsprozesses ist aus

$$v_1^2 = \tfrac{3}{2}\,\frac{kg\,Q}{G+Q}$$

oder aus

$$v_1^2 = \tfrac{3}{2}\,\frac{g\cdot\omega a}{G+Q}\cdot\frac{10325}{1000}\cdot \text{Gasdruck}$$

zu berechnen und ergiebt

$$v_1 = 178\text{ m}.$$

Die Zeit der Verbrennung folgt aus

$$x_1 = \lambda\, t\,\sqrt{\frac{g}{6\,(G+Q)}\,\omega a\cdot\frac{10325}{1000}\cdot \text{Gasdruck}},$$

$$x_1 = 1{,}0244\text{ t}\,\sqrt{\frac{9{,}81}{6\cdot 7{,}5}\cdot 1{,}053\cdot\frac{10325}{1000}\cdot 1500} = 61\text{ t}.$$

Ist z. B. die Seelenlänge = 1,886 m, also $x_1 = 0{,}471$ m, so ist die Verbrennungszeit 0,077 Sekunden.

Der Atlas der „Pulverversuche" zeigt in Karte 5 in anschaulicher Weise den raschen Anstieg und den asymptotischen Niedergang des Gasdrucks, dessen Maximum ungefähr in 1/3 oder 1/4 oder in $1/e = 1/2{,}718$ der Seelenlänge zu suchen ist, wie dies die Theorie auch nachweist.

Nach demselben Werke Seite 7 hat man durch Rechnung und graphische Interpolation gefunden, daß in einem 9 cm Rohr der 6,9 kg schweren Granate mit grobkörnigem Normalpulver eine Anfangsgeschwindigkeit ertheilt werden kann von:

365 m mit 1,0 kg Ladung bei 1500 ccm Verbrennungsraum pro kg und 1700 Atmosphären Maximalgasdruck.

Der theoretische Gasdruck ist hiernach

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{1000\cdot 7{,}9\cdot 365^2}{10325\cdot 1{,}5\cdot 9{,}81\left(\lambda^2+\frac{1}{3}\cdot\frac{7{,}9}{6{,}9}\ln\frac{1}{x_1}\right)},$$

$$\lambda = 1{,}04,\quad \frac{1}{x_1} = e = 2{,}718,$$

= 1770 Atmosphären, ebenfalls in guter Uebereinstimmung mit dem obigen Werthe.

Die theoretischen Auseinandersetzungen dürften hiernach im Allgemeinen der Erfahrung entsprechen. Indessen sollen sie eben nicht mehr als nur ein vorläufiger Versuch zur Lösung der Aufgabe der inneren Ballistik sein, deren Schwierigkeiten nicht zum wenigsten darin liegen, daß sich die Vorgänge in der Seele der Kanone fast vollständig der Beobachtung entziehen. (Forts. folgt.)

Digitized by Google

Kleine Mittheilungen.

9.

Eine deutsch-nationale Ausstellung für Volksernährung, Massenverpflegung, Sanitätswesen, Verkehr und Sport

wird in Kiel*) vom 4. bis 19. August d. Js. stattfinden, die in hohem Maße das Interesse weiter Kreise zu verdienen scheint, da sie ein lebendiges, lehrreiches Gesammtbild von allen Bestrebungen zur schnellen Nutzbarmachung der Kulturfortschritte unserer Zeit zu bieten verspricht.

„Mens sana in corpore sano", Pflege des Körpers vereint mit der des Geistes, unser Volk körperlich und geistig gesund zu erhalten gegenüber den großen Anforderungen, die heute an jeden herantreten, das ist das Ziel aller der Unternehmungen, deren Erzeugnisse sich in der geplanten Ausstellung vereinigen sollen.

Alle günstigen Momente treffen für Kiel bestens zusammen: landschaftlich schöne Umgebung, lebhafter Verkehr, der durch Kiels Eigenschaft als Kriegshafen noch ganz besonders an Interesse gewinnt, und endlich die Betheiligung hochangesehener, rühriger Männer der ersten Kreise, die durch Uebernahme des Ehren-

---

*) Ausstellungsplatz: Zwischen dem Königlichen Gehege Viehburg und der Hamburger Chaussee jenseits der Abzweigung der Rendsburger Landstraße. Das Etablissement „Waldwiese" mit Garten und See bildet den vorhandenen Kern an Baulichkeiten. Zu beiden Seiten desselben werden die verschiedenen Ausstellungsgebäude bezw. Plätze hergerichtet. „Waldwiese" ist Pferdebahn-Endstation.

Auskunftsstellen: Dr. Purlitz, Adresse: Hofbuchdruckerei Rademacher, Hamburg, Zippelhaus 7—9. Ausstellungsbureau: Kiel, „Hotel Germania", vom 1. Juli ab Waldwiese.

Digitized by Google

präſidiums ihre warme Sympathie für das Unternehmen bezeugt haben.

So glauben die Veranſtalter (das Hamburger Lokalkomitee: Direktor F. Wolff, Vorſitzender, in Firma F. Wolff & Co., Dr. Purlitz, Schriftführer) den Ausſtellern einen vollen Erfolg verſprechen zu können, wenn es denſelben gelingt, die wirkſame Unterſtützung der deutſchen Preſſe zu erhalten. Deren Zugehörige können für jetzt die erbetene Unterſtützung nur in der Form der Mittheilung von dem bezeichneten Unternehmen leiſten.

Obwohl es nicht ſehr wahrſcheinlich iſt, daß unter unſeren Leſern ſich nicht nur Beſucher der geplanten Kieler Ausſtellung, ſondern auch Ausſteller und Mitbewerber finden ſollten, theilen wir auf Wunſch auch noch Folgendes mit:

Entgegen dem Gebrauch bei anderen Ausſtellungen werden hier die Medaillen und Ehrenpreiſe in natura verliehen, alſo ohne jede Nachzahlung. Es ſind Medaillen von verſchiedenen Behörden zu erwarten, da die Ausſtellung größere Ausdehnungen annimmt.

Die Ausſtellungsleitung begegnet den Ausſtellern mit der größten Coulanz. So iſt u. A. die Beſtimmung getroffen, daß diejenigen Firmen, welche nach der Kieler Ausſtellung noch bei anderen Veranſtaltungen betheiligt ſind, ihren Platz am 19. Auguſt Abends räumen können, auch wenn die Dauer der Ausſtellung verlängert wird. Dieſe Bekanntmachung iſt namentlich für ſolche Etabliſſements von Vortheil, welche ihre neu errungenen Preiſe auf ſpäter ſtattfindenden Unternehmungen im Intereſſe größeren Geſchäftsumſatzes bekannt machen wollen.

10.

Frankreich.

Neues Reglement für die Küſtenvertheidigung.

Mittelſt Dekrets vom 17. Februar hat der Präſident der Republik ein neues Reglement für die Küſtenvertheidigung beſtätigt, von welchem nachfolgender Auszug das Weſentliche bringt.

Im Mobilmachungsfall üben die Marinepräfekten, unter dem direkten Oberbefehl des Kriegsminiſters, den Befehl über alle vom eben erwähnten Miniſterium reſſortirenden Elemente aus, welche

Digitized by Google

zur Ueberwachung bezw. Vertheidigung des Küſtenſtriches oder der Inſeln ihres Befehlsbereiches beitragen bezw. hierbei mitwirken.

Das Küſtengebiet iſt in 19 Abſchnitte getheilt, welche in der nachfolgenden Ueberſicht aufgeführt ſind. Befehlshaber ſolcher Abſchnitte ſind Generale des Landheeres oder der Marine, wie dies des Näheren aus der eben erwähnten Ueberſicht hervorgeht.

Dieſe Befehlshaber unterſtehen den Marinepräfekten, ausgenommen der Abſchnittskommandant von Marſeille, welcher für die Vertheidigung des Küſtenſtrichs von Marſeille dem 15. Armeekorps unterſtellt iſt, und die Abſchnittskommandanten von Dünkirchen, Bayonne, Perpignan und Nizza, welche gleichzeitig Gouverneure der eben genannten Plätze ſind und auf eigene Verantwortlichkeit hin über die Vertheidigungsmittel derſelben verfügen.

Denjenigen Abſchnittskommandos, deren Kommandant dem Landheer entnommen iſt, iſt ein höherer Marineoffizier zugetheilt und umgekehrt.

Außer in dem weiter unten angegebenen Fall ſind die Abſchnittskommandanten von den territorialen Diviſions- bezw. Armeekorps-Kommandeuren unabhängig, doch müſſen ſie denſelben eine Abſchrift der auf die Küſtenvertheidigung bezüglichen Informationen geben, welche ſie dem Marinepräfekten überſenden.

Dem Abſchnittskommandanten unterſtehen:

1. die Küſtenbrigaden und die aktiven Formationen der Zollaufſeher;
2. die Heerestheile, welche ſpeziell für die Küſtenvertheidigung beſtimmt ſind;
3. die Marinetruppen, welche dem Abſchnitt zugetheilt ſind;
4. die feſten Vertheidigungsmittel, welche für den Abſchnitt beſtimmt ſind und vom Marineminiſterium reſſortiren (Semaphoren ꝛc.);
5. unter Umſtänden noch ſchwimmendes Marinematerial (Küſten-Wachtſchiffe, Kreuzer und Torpedoboote), welche dem Marinepräfekten des Kreiſes unterſtellt ſind.

Truppen jedweder Art, ſowie ſie zum Küſtendienſt beſtimmt ſind, werden als vor dem Feinde ſtehend angeſehen und bleiben unabhängig von den territorialen Kommandanten.

Im Abſchnitt von Antibes treten jedoch, da der Schutz der Küſtenbahn eine beſondere Wichtigkeit für die Verkehrsvermittelung

Digitized

einer Alpenarmee hat, alle Truppen ꝛc., welche zur Bewachung dieſer Verbindungen beſtimmt ſind, unter den Befehl des Höchſtkommandirenden des dort operirenden Heeres.

Die Marinepräfekten leiten den Semaphorendienſt, ſoweit derſelbe Bezug hat auf Nachrichten hinſichtlich maritimer Operationen.

Glaubt der Abſchnittskommandant im Angriffsfalle, daß die ihm unterſtehenden Küſtentruppen zu ſchwach ſind, um den Feind zurückzutreiben, ſo benachrichtigt er die benachbarten Abſchnittskommandanten. Dieſe ihrerſeits ſchicken dann die disponibeln Streitmittel zu Hülfe und ſetzen hiervon den Marinepräfekten in Kenntniß.

Genügen die ſo geſammelten Kräfte immer noch nicht, ſo wendet ſich der Abſchnittskommandant an die Kommandeure von Unterabtheilungen des nächſten Armeekorps, die ihrerſeits die disponibeln Truppen zur Verfügung ſtellen und ihrem Korpskommandeur hiervon Meldung erſtatten.

Ein ſolcher Truppenzuſammenfluß hat jedoch dann immer nur einen vorübergehenden Charakter; ſowie die Urſache verſchwunden iſt, auf Grund deren er entſtanden iſt, treten die zur Verſtärkung herangezogenen Truppen wieder in ihre alten Befehlsbereiche zurück.

Sobald die Truppen die Stärke von drei Bataillonen überſteigen, übernimmt der Kommandeur des Armeekorps die Leitung der Landoperationen und die Abſchnittskommandanten treten hinſichtlich der Verwendung der Landtruppen unter ſeinen Befehl.

Sollten endlich die Umſtände die Verwendung größerer organiſcher Heereseinheiten fordern, ſo geht die ganze Oberleitung aller Operationen an das Landheer über.

Die Marinepräfekten erhalten Mittheilung von den Vertheidigungsplänen der feſten Plätze und Forts ihres Gebiets und äußern ſich gutachtlich zu denſelben.

Das Küſtenland von Corſica und Algier-Tunis bilden jedes einen ſelbſtändigen Abſchnitt und unterſtehen in Kriegszeiten dem Gouverneur von Corſica bezw. dem Kommandeur des 19. Armeekorps.

Die nachfolgende Ueberſicht giebt die Begrenzung der verſchiedenen Abſchnitte.

Digitized by Google

Nr. des Marine-Departements	Nr. des Küsten-abschnittes	Benennung des Abschnittes und Sitz des Kommandos	Angabe ob der Kommandant dem Landheer (L.) oder der Marine (M.) angehört	Begrenzung des Abschnittes
1	1	Dünkirchen	L.	Von der belgischen Grenze bis Cap Gris-Nez.
	2	Abbeville	M.	Von Cap Gris-Nez bis Mündung der Scie (einschl.).
	3	Le Havre	M.	Von Mündung der Scie (ausschl.) bis Mündung der Dives.
	4	Cherbourg	M.	Von Mündung der Dives bis Mündung der Ay (einschl.).
2	5	Saint-Malo	M.	Von Mündung der Ay (ausschl.) bis Cap Fréhel.
	6	Saint Brieuc	M.	Von Cap Fréhel bis Mündung des Douron.
	7	Brest	M.	Von Mündung des Douron bis Mündung des Aven.
3	8	Lorient	M.	Von Mündung des Aven bis zur Spitze des Grand-Mont.
	9	Saint-Nazaire	M.	Von der Spitze des Grand-Mont bis zu der des Coupelasse.
4	10	Les Sables-d'Olonne	M.	Von der Spitze des Coupelasse bis zu der des Grouin du Cou.
	11	Rochefort	M.	Von der Spitze des Grouin du Cou bis Mündung der Seudre.
	12	Regan	M.	Von Mündung der Seudre bis zum Becken von Arcachou (einschl.).
	13	Bayonne	L.	Vom Becken von Arcachou (ausschl.) bis zur spanischen Grenze.
5	14	Perpignan	L.	Von der spanischen Grenze bis Mündung des Aude.
	15	Cette	M.	Von der Mündung des Aude bis Gran-du-Roi (ausschl.).
	16	Marseille	M.	Von Gran-du-Roi (einschl.) bis Sèche-d'Alon.
	17	Toulon	M.	Von Sèche-d'Alon bis Cap Negro.
	18	Antibes	L.	Von Cap Negro bis Mündung des Var.
	19	Nizza	L.	Von Mündung des Var bis zur italienischen Grenze.

(Rivista d'artiglieria e genio.)

Digitized by Google

11.

Rußland.

Annahme eines neuen Hufbeschlags.

Wie wir der italienischen Rivista d'artiglieria entnehmen, hatte die russische Feldartillerie 1888 einen Schraubstollenbeschlag von der Kavallerie angenommen. Aber die Erfahrung hat gezeigt, daß dieses System für artilleristische Zwecke der nöthigen Solidität entbehrte, daß insbesondere für Artilleriepferde die Stollen nicht genügten.

Es wurde daher eine Kommission beauftragt, unter Beibehaltung des Schraubstollens ein widerstandsfähigeres Beschlagsystem festzustellen, und gelang es dieser Kommission denn auch, diesem Auftrag zu entsprechen und das gegenwärtig angenommene Muster vorzulegen.

Sommer- und Winterbeschlag erfordern die Anwendung völlig gleicher Hufeisen; ihr Unterschied besteht nur darin, daß die Stollen bei ersterem einen flachen, bei letzterem einen pyramidalen Kopf haben.

Das Eisen hat drei Schraubstollenlöcher zum Einschrauben der Stollen und ist auf seiner oberen Fläche, etwa von der Hälfte seiner Stärke ab, leicht nach innen zu abgeschrägt, so daß es nur auf dem Tragrand ruht, während die Hufsohle freiliegt.

Auf seiner unteren Fläche hat das Eisen drei ebene Stellen, welche ein wenig über die anderen Theile des Eisens hervorragen und deren eine sich in der Mitte befindet, während die anderen beiden an den Enden des Eisens liegen. Zwischen den eben erwähnten ebenen Stellen sind die Furchen angeordnet, welche die Nagellöcher aufnehmen und in welchen sich speziell die Nagelköpfe lagern.

Die vorschriftsmäßigen Stollen sind aus Eisen und besitzen zur Verstärkung vier Stahlrippen; in Friedenszeiten können die Truppen jedoch irgend welche beliebigen Stollen verwenden.

Im Winter gehören zu jedem Eisen zwei Stollen mit pyramidaler Spitze, von denen einer für das mittlere, der andere für das äußere Schraubstollenloch bestimmt ist. Das innere wird auch zur Winterszeit mit einem flachköpfigen Schraubstollen versehen, um Verletzungen der Pferde zu vermeiden.

Digitized by Google

Im Allgemeinen ſollen alle Artilleriepferde im Sommer ſtumpfe Schraubſtollen haben; es iſt jedoch nachgelaſſen, daß die Reitpferde der Feldartillerie und die Reit- und Laſtpferde der Gebirgsartillerie während dieſer Jahreszeit Eiſen ohne Schraubſtollen haben.

Von jetzt an dürften die Truppen mit den neuen Eiſen verſehen ſein; doch wird für Friedenszeiten der abwechſelnde Gebrauch des alten und neuen Beſchlages noch zugelaſſen werden.

12.

Zur Photographie.

Unſere Zeitſchrift hat dem „Meßbildverfahren" oder der Photogrammetrie mehrere Artikel gewidmet; zuletzt im laufenden Jahre Seite 70 u. f. Mit demſelben Gegenſtande beſchäftigt ſich ein Artikel in Nr. 3 (XXX. Jahrgang) der Schweizeriſchen Zeitſchrift für Artillerie und Genie. Wir entnehmen demſelben einige Sätze, die, wenn ſie unſern Leſern auch nicht beſonders Neues ſagen, doch als Beſtätigung bezw. Ergänzung aus erſichtlich ſachverſtändigem Munde nicht unwillkommen ſein dürften. Nachdem das Prinzip der Photogrammetrie als Seitenſtück zum Vorwärtseinſchneiden im Meßtiſchverfahren gekennzeichnet iſt, heißt es:

„Im ebenen und mit Baumwuchs bedeckten Terrain iſt die Methode kaum mit Vortheil zu verwenden; dagegen leiſtet ſie Vorzügliches für Aufnahmen im Hochgebirge, wo es ſtets gelingt, Standpunkte zu finden, welche ein klares, überſichtliches Bild eines größeren Abſchnittes gewähren, und wo es auch möglich wird, unter den durch den Kontraſt von Hell und Dunkel ſcharf begrenzten Formen der Schneeflecken und Felſen identiſche Punkte in den verſchiedenen Aufnahmen mit Sicherheit zu erkennen. Ein beſonderer Vortheil liegt hierbei auch darin, daß die Feldarbeit gegenüber dem Meßtiſchverfahren bedeutend abgekürzt wird, was Jeder zu ſchätzen weiß, der bei Wind und eiſiger Kälte ſchon auf Hochgipfeln gearbeitet hat. Zudem bringt man von allen Stationen Photographien mit nach Hauſe, welche beim Ausarbeiten der Karte, da man das Terrain ſelbſt nicht mehr vor Augen hat, beſte Dienſte leiſten."

Digitized by Google

„Das Problem, Grundriſſe aus käuflichen Photographien abzuleiten, ſcheint uns mehr nur akademiſches Intereſſe zu beſitzen, weil wir hier keine Garantie für winkeltreue Zeichnung des Objektivs beſitzen, wodurch die Zuverläſſigkeit des Reſultats von vornherein ausgeſchloſſen iſt."

Die in dem letzten Satze ausgeſprochene Warnung iſt wohlbegründet; ſie hätte nur dringlicher ausgedrückt werden ſollen. Man könnte freilich auch ſagen: eine derartige Warnung war überflüſſig, denn ſchwerlich wird ein mit der Grundlage der Photogrammetrie Bekannter in Verſuchung kommen, aus käuflichen Photographien geometriſche Zeichnungen ableiten zu wollen. Er wird kaum zwei Photographien finden, die, von verſchiedenen Punkten aus aufgenommen, gleichwohl mehrere gleiche Gegenſtände darbieten. Fände er aber auch zwei entſprechende Photographien, ſo würde er nicht wiſſen, ob ſie mit demſelben Inſtrumente gewonnen, alſo im gleichen Maßſtabe dargeſtellt ſind. Wäre er auch darüber orientirt und beruhigt, ſo wüßte er noch immer nicht, in welchem Abſtande von einander die beiden Aufnahmen erfolgt ſind — kurz es fehlen ihm für die in beiden Bildern erſcheinenden gleichen Gegenſtände die unerläßlichen Dreiecks-Beſtimmungsſtücke: Baſis und Baſis-Winkel. Iſt es alſo überhaupt nicht wahrſcheinlich, daß von gewöhnlichen käuflichen Photographien je zwei die Bedingungen erfüllen, unter denen aus verzerrten perſpektiviſchen Grundriſſen der geometriſche Grundriß ſich konſtruiren ließe, ſo wird man nie darüber Gewißheit haben, ob dieſe Bedingungen erfüllt ſind.

Am eheſten ließen ſich noch jene Doppel- oder Zwillings-Photographien, die für das Stereoſkop gemacht werden, auch zu topographiſchen oder Architekturbild-Umwandlungen aus Central- in orthographiſche Projektion verwerthen; nur iſt freilich bei ihnen die Baſis eine ſehr kurze, und in Folge deſſen ſind die das Vorwärtseinſchneiden beſtimmenden Parallaxen ſehr ſpitz und entſprechend unſicher.

Der Schluß in dem Artikel des Schweizer Ingenieurs lautet:

„Für militäriſche Rekognoszirungen iſt die Methode zweifellos von Bedeutung. Sie bietet auch ein geeignetes Mittel, um bei militäriſchen Manövern einzelne Gefechtsmomente im Plane feſtzulegen und zu dokumentiren. Es genügt, daß zwei inſtruirte Soldaten, mit kleinen Apparaten verſehen und auf zwei ver-

Digitized by Google

ſchiedenen guten Ausſichtspunkten aufgeſtellt, auf ein Zeichen des Uebungsleiters gleichzeitige Aufnahmen beſorgen. Für raſche Arbeiten können Ferrotyplatten verwendet werden, welche ſchon nach 10 Minuten ein fertiges Bild liefern."

13.

Die Saccharinfabrik Fahlberg, Liſt & Comp. in Salbke-Weſterhüſen bei Magdeburg hat ſich wahrſcheinlich an alle deutſchen Militär-Zeitſchriften mit Empfehlung ihres Fabrikates gewendet; ſehr gern widmen auch wir demſelben einen kleinen Artikel.

Für die Offiziere wie Mannſchaften iſt es ohne Zweifel ganz praktiſch, ihrer Manöverausrüſtung ein Flacon mit Saccharintabletten hinzuzufügen. Die kleinen, eleganten, mit metallenem Aufſchraubdeckel verſchloſſenen Glasbehälter enthalten 300 Tabletten von 6 mm Durchmeſſer und können bequem in der Seitentaſche getragen werden. Dem Saccharin der obengenannten Fabrik wird eine Verſüßungskraft zugeſchrieben, welche jene des Zuckers um das Fünfhundertfache überſteigt; infolge deſſen ſüßt jedes dieſer winzigen Tablettchen ebenſo wie anderthalb Stückchen Würfelzucker. Der für den Soldaten hieraus entſpringende Vortheil liegt auf der Hand! Bereitet er ſich, wie es ja beim Manöver zumeiſt der Fall iſt, ſeinen Thee oder Kaffee aus eigenem Vorrathe ſelbſt, ſo müßte er ſich mit mindeſtens einem Pfund Zucker beſchweren; ein Pfund mehr oder weniger iſt aber auf Märſchen zu ſpüren. Hierzu kommt noch, daß ein längerer ſtarker Regen, ein unfreiwilliges Bad auf dem Marſche, den ganzen Vorrath zerſtören kann. Das Glasflacon in der Seitentaſche dagegen hat ſo gut wie kein Gewicht, das Waſſer hat ſeinem Inhalte nichts an, und der Süßſtoff iſt immer bereit, immer, ohne daß das Gepäck angerührt wird, zur Hand; ſei es auch nur, um mit Hülfe einiger Brocken Citronenſäure und zwei oder drei dieſer Saccharintabletten ſich an der Quelle am Wege ſelbſt eine geſunde, erquickende und wohlſchmeckende Limonade zu bereiten oder abends im Quartier mit einigen Löffeln voll Cognac einen ſtärkenden, kalten Grog zu brauen!

Digitized by Google

Es erſcheint ganz am Platze, der erbetenen Empfehlung des Saccharin eine nicht erbetene, aber wohlverdiente des Cafeïn von v. Köckritz, Brandes & Comp. (Fabrik: Kaiſer Wilhelmſtraße 44, anzuſchließen. Vier, höchſtens fünf Theelöffel zu heißem Waſſer geben eine wohlſchmeckende Taſſe ſtarken Kaffees. Beſonders empfohlen werden kann — nach eigener Erprobung — die Verbeſſerung des kalten Waſſers (mit oder ohne Zucker). Zwei Löffel genügen für ein gewöhnliches Trinkglas von 1/4 Liter Inhalt. Drei Tabletten Saccharin ergeben ſchon mehr als erwünſchte Verſüßung.

Digitized by

Literatur.

8.

Anleitung zur ersten Hülfeleistung bei plötzlichen Unfällen für Lazarethgehülfen, Heildiener, Telegraphenbaubeamte, Bauführer, Werkmeister, Bahn- und Polizeibeamte, Feuerwehrleute, Militär- und Fabrikbeamte. Unter Mitwirkung von Dr. med. L. Mehler herausgegeben von J. Heß. 26 Abbildungen. Frankfurt a. M., H. Bechhold. Preis: gebunden M. 1,80.

Wie viele und mancherlei Unfälle berichten täglich die Zeitungen! Mitten im Frieden sind Tausende im täglichen gefährlichen Kampfe mit Maschinen und den wider Wille Dienste leistenden Naturkräften!

Mancher Verunglückte könnte noch gerettet werden, wenn bis zur Ankunft des Arztes einige richtige Maßregeln ergriffen würden. — Das vorliegende Werkchen ist speziell für die Berufsklassen bearbeitet, die am häufigsten Gelegenheit haben, selbst zu Schaden zu kommen, bezw. auf zu Schaden Gekommene zu stoßen; es giebt vortreffliche Anleitung zur ersten nothwendigen Hülfeleistung bis zur Ankunft des Arztes. Die Anweisungen sind einfach, kurz und bestimmt, so daß Jedermann in der Lage ist, sie sofort auszuführen; vorzügliche Zeichnungen erleichtern das Verständniß. Dem Ganzen ist eine kurze Beschreibung über den Bau des menschlichen Körpers und der Funktion seiner Organe vorausgeschickt, die das Verständniß für den Grund mancher Maßnahmen erhöhen. Für die Berufsklassen, denen das Werk gewidmet ist, kann nur dringend empfohlen werden, sich mit seinem Inhalt vertraut zu machen. Wir würden uns freuen, wenn dies nützliche Buch allgemein Eingang fände und auch die Vorgesetzten Veranlassung nehmen, es zu empfehlen und einzuführen. — Die

Digitized by Google

Verlagshandlung ist bei gleichzeitigem Bezug einer größeren Anzahl von Exemplaren bereit, eine Ermäßigung im Preise eintreten zu lassen. Die Ausstattung ist vorzüglich, die Decke abwaschbar und das Format des Buches so, daß es bequem in die Tasche gesteckt werden kann.

Der auf dem Titel als mitwirkend namhaft gemachte Arzt dürfte wohl hauptsächlich den ersten Theil (Bau des menschlichen Körpers) beigesteuert haben. Der Herausgeber J. Heß ist zur Zeit Telegraphenbeamter, war aber in der Armee Ober-Lazarethgehülfe und wirkt gegenwärtig als Instrukteur im sogenannten Samariterdienst für die Reichs-Telegraphenbaubeamten des Bezirks Düsseldorf.

Es ist bekannt, daß die Volksmedizin bezw. Chirurgie mancherlei Erfahrungs- und Verhaltungsregeln für solche an die Hand giebt, die bei Verunglückten gern den barmherzigen Samariter spielen möchten, und daß neben guten Rathschlägen die Tradition von Mund zu Mund auch manche werthlose oder geradezu schädliche Hülfeleistung fortgepflanzt hat. Es ist daher besonders zu rühmen, daß die in Rede stehende Unterweisung nicht bloß lehrt, was zweckmäßig zu thun ist, sondern auch ausdrücklich vor Hülfen warnt, die nicht anzuwenden sind; z. B. bei Verrenkungen: „Keine Einrichtungsversuche!" Bei Verbrennungen: „Brandblasen nicht öffnen!" Bei im Wasser Verunglückten: „Nicht auf den Kopf stellen!" u. dgl.

9.

Liederschatz für das deutsche Heer. Gesammelt und im Selbstverlag von Friedrich Ritter v. Ströbel, Königl. bayer. Oberstlieutenant a. D. (Ohne Erscheinungsjahr; wahrscheinlich 1893.)

„Selbstverlag" ist eine Signatur, die herkömmlicher- und begreiflicherweise den Kritiker zunächst mißtrauisch macht. War denn keiner aus der großen Schaar der deutschen Buchhändler geneigt gewesen, das Risiko des Verlages zu übernehmen?

Diesem Bedenken ist im vorliegenden Falle von vornherein begegnet mit folgenden Worten der Vorrede:

„Soll ein Liederbuch in den Massen der Mannschaften große Verbreitung finden, muß es nicht bloß nach Inhalt und Aus-

Digitized

ſtattung gefallen, es muß auch möglichſt billig ſein. Dieſer Umſtand ließ und hieß mich, dies Schatzkäſtlein von Liedern in Selbſtverlag nehmen, und iſt der Grund, warum ich mich des nicht geringen Riſikos und der Plage des Selbſtverſchleißes unterziehe."

Geſungen wird ja viel. Von allen jungen Leuten, bei ihren Zuſammenkünften; namentlich auch von den Soldaten! Daß nach Liederbüchern Nachfrage iſt, wiſſen, nach der Meinung unſeres Sammlers, auch die Sozialdemokraten ſehr wohl und verbreiten deren „in ungeheuer großer Anzahl". Dieſer Wahrnehmung gegenüber hat es Herrn v. Ströbel löblich geſchienen, ſich ſeinerſeits bei der Zubereitung eines Gegengiftes gegen ſozialdemokratiſche Gifttränke zu betheiligen.

Wenn einerſeits ſchon Name und Rang des Sammlers die korrekte, patriotiſche Tendenz der Sammlung verbürgt, ſo kann er zur Empfehlung der von ihm getroffenen Auswahl eine Verfügung ſeines Kriegsminiſteriums geltend machen, durch die ſein Liederſchatz in das Verzeichniß jener Bücher aufgenommen worden iſt, die ſich zur Beſchaffung für die Mannſchaftsbibliotheken eignen.

Daß es infolge des übernommenen Selbſtverlages und -Vertriebes möglich geweſen iſt, die Bedingung der Billigkeit zu erfüllen, ſteigert den Werth des Unternehmens und das Verdienſt (Verdienſt mit dem männlichen Artikel kommt ſchwerlich dabei heraus) des Unternehmers. Hatte derſelbe aber auch wirklich nur für Papier, Druck (Wort- und Notendruck) und den Buchbinder aufzukommen, ſo iſt doch der Preis von 40 Pfennigen ſchwer begreiflich. Möge er ſich nicht verrechnet haben; möge im Gegentheil ſein Exempel ſo gut ſtimmen, daß er in die Lage kommt, recht bald an eine zweite Auflage denken zu dürfen.

Der Berichterſtatter, der dies wünſcht und hofft, hält es deshalb für gerechtfertigt, bei aller lobenden Anerkennung der guten Abſicht auch ſeine Bedenken auszuſprechen bezw. Rath zu ertheilen:

Die Lieder ſind alphabetiſch, nach den Anfangsbuchſtaben der Anfangsworte geordnet. Das iſt gut für diejenigen, die ein einzelnes Lied ſuchen, deſſen Anfang ſie genau kennen. Beiläufig bemerkt können hierbei auch ſchon Mißverſtändniſſe vorkommen. Bei uns im Reich z. B. kennt wohl Jeder das naive Liedchen: „Kommt ein Vogel geflogen . . ." Sucht er aber im

Digitized by

Inhaltsverzeichniß nach, so findet er nichts, weil er unter K sucht. Denn der Sammler hat den Wiener Originaltext aufgenommen: „Chimmt a Vogerl geflogen!“ Dasselbe Lied giebt zugleich ein Beispiel oder einen Beleg für das Bedenkliche dieser rein mechanischen Aneinanderreihung, die gelegentlich etwas nahezu Verletzendes für den Leser zur Folge haben kann. Denn welcher Sprung von Nr. 17: „Breit' aus die Flügel beide, o Jesu, meine Freude . .“, zu Nr. 18: „Chimmt a Vogerl geflogen, setzt sich nieder auf mein'n Fuß, hat a Zetterl im Goscherl und vom Diarndl an Gruß!“

Der Vortheil der alphabetischen Ordnung würde vollständig erreicht durch ein alphabetisches Inhaltsverzeichniß, während die Reihenfolge der Gedichte selbst nach dem Inhalte viel erwünschter und wohlthuender für diejenigen wäre, die nicht nur ein Lied suchten, sondern dem entsprächen, was der Sammler mit den Worten der Vorrede bezeichnet: „Ja, es könnte dieser Liederschatz dem Soldaten auch ein Unterhaltungsbüchlein werden in stillen, in einsamen Stunden.“ Wird ein Solcher z. B. nicht Zerstreuung statt Sammlung gewinnen, wenn er das Büchlein aufschlagend gleich von Nr. 1 zu Nr. 2 fortschreitend — bloß weil beide mit „Ach“ anfangen — von „Ach bleib' mit Deiner Gnade bei uns, Herr Jesu Christ“ übergeht zu: „Ach, wie ist's möglich dann, daß ich Dich lassen kann?“ Wie es bei Anthologien ja allgemein gebräuchlich ist, wären zusammenzustellen: Religion, Vaterland, der Soldat in Krieg und Frieden, zuletzt der Mensch im Allgemeinen und der verliebte insbesondere! Die einzelnen Abschnitte wären dann füglich nach der Zeit des Entstehens der Poesien zu ordnen. Ein dem entsprechendes zweites Inhaltsverzeichniß gehörte natürlich dazu.

Gegen die Texte selbst soll gar nichts eingewendet werden. Wir treffen die bewährtesten, allbekannten und beliebten, die gleichwohl die wenigsten Menschen korrekt und vollständig auswendig wissen — meistens, wenn es hoch kommt, allenfalls den ersten Vers.

Es mag — damit der Tadel nicht zu bitter schmeckt — das Lob eingeschaltet werden, daß sich manches ernste und heitere Neue vorfindet; neu insbesondere für uns Norddeutsche. Zu dem Hübschesten dieser Art gehört Nr. 71: „Das Steierland“; in Text wie Melodie gleich frisch, gefällig, in das Ohr fallend, sangbar.

Digitized by

Prächtig humoriſtiſch iſt Nr. 86: „Der erſte gefangene Turko.“ Desgleichen Nr. 171, ein ſpezifiſches Pionierlied, verfaßt von einem ehemaligen bayeriſchen Genieoffizier, der leider hinterm Ofen hat ſitzen müſſen, während das junge Volk von 1870 Frankreich hat lahmlegen helfen . . . „dieweil ein jeder junge Mann zuletzt ein alter werden kann“.

Nr. 75 iſt überſchrieben: „Deutſches Nationallied. Gedicht von Dr. Rentſch. Komponirt von A. Neithard, geboren 1793, geſtorben 1861.“ Wir leſen: „Ich bin ein Deutſcher, kennt Ihr meine Farben . . .“ Nun, wir laſſen es uns ja gern gefallen, daß, was wir ſeit 50 Jahren mit „Schwarz und weiß“ als Preußen geſungen haben, jetzt unter Hinzufügung von Roth ins Deutſche erweitert iſt; aber Neithard war doch der unſere und Thierſch desgleichen, der den Originaltext gedichtet, den Dr. Rentſch nur umgebildet hat. Wir Preußen haben doch die Priorität und das Urheberrecht für uns, und das hätte der bayeriſche Schatzſammler immerhin . . . . aber ſiehe da! „Nr. 76: Preußens Vaterland. Gedicht von B. Thierſch. (Nach voriger Melodie.)“ Aber iſt das nicht ungerecht, nicht irreführend? Wird der literariſch Unbewanderte nicht Neithard und Rentſch und das „Deutſche Nationallied“ für die Originale halten müſſen und uns Preußen des Partikularismus zeihen, weil wir uns mit dem deutſchen Nationalliede nicht haben genügen laſſen, ſondern es „verpreußt“ haben? Nicht in den Sinn gekommen freilich iſt es Herrn v. Ströbel, dem bayeriſchen Oberſtlieutenant, ſolchen Unfug zu treiben! Es iſt wieder nur die alphabetiſche Ordnung, die das angeſtiftet hat, denn „Ich bin ein Preuße“ mußte hinter „Ich bin ein Deutſcher“ kommen, weil im Alphabet P hinter D folgt!

Doch genug vom Text; wir haben uns noch über die Melodien auszuſprechen.

Der gewiſſenhafte Kritiker, ſo ſympathiſch ihm der v. Ströbelſche Liederſchatz durch ſeine Tendenz und die getroffene Auswahl der Texte iſt, darf nicht verſchweigen, daß ihm die Noten viel und vielerlei Kopfſchütteln verurſacht haben.

Es ſoll der leitend geweſene Grundgedanke nicht angegriffen werden, daß die Melodien nur einſtimmig gegeben ſeien. Darüber läßt ſich zwar auch ſtreiten, denn die jetzt lebende Menſchheit iſt mit einem gewiſſen Sinn, man könnte ſagen einem bereits zum Inſtinkt gewordenen Sinn für Harmonie geboren. Der mehr

Digitized by Google

als vierſtimmige, ja ſchon der vierſtimmige Satz iſt ein Kunſtprodukt oder genauer: in zu hohem Grade künſtlich; aber der drei-, jedenfalls der zweiſtimmige Satz iſt (jetzt! er war es nicht im Alterthum!) Menſchennatur. Wir beſitzen viele Lieder, ſogenannte Volkslieder, oder doch durch ihr Alter und bei infolge deſſen verloren gegangener Kenntniß vom Erfinder zu Volksliedern gewordene Kompoſitionen, die — einſtimmig geſungen — mit der Terz oder gar der Quint der Tonika ſchließen. Solche Schlüſſe haben etwas ſo Unbefriedigendes, daß halbwegs muſikaliſch Veranlagte, wenn auch ganz ohne Unterricht in der Harmonielehre Aufgewachſene, inſtinktiv eine zweite Stimme geſtalten. Wenn aber die Kunſt nicht nachhilft, geräth der harmoniebedürftige aber ungeſchulte Sänger in das leidige Terzen- oder Sexten-Singen, das durchaus etwas Weichliches, Sentimentales, Banales hat.

Es iſt nach alledem gerathen, Volkslieder kunſtgerecht zweiſtimmig zu ſetzen, damit für diejenigen geſorgt iſt, die muſikaliſches Gehör haben. Wollen Leute, die ſich eines ſolchen nicht erfreuen, gleichwohl ſingen, ſo braucht ja nur die zweite Stimme ignorirt zu werden. Selbſtredend muß die Harmoniſirung ſo erfolgt ſein, daß die obere Notenreihe allein die Melodie vollſtändig zu Gehör bringt und die Gegenmelodie entbehrlich iſt.

Doch wie geſagt, der Grundgedanke: „Einſtimmigkeit“ ſoll acceptirt werden. Dann muß aber auf Kompoſitionen verzichtet werden, deren Melodie, weil ſie Modulationen enthält, ohne die Hülfe der Harmonie ſchwer zu treffen iſt. Gegen dieſe Klugheitsregel iſt in unſerer Sammlung mehrfach verſtoßen. Am ärgſten in Nr. 142, einem ſehr hübſchen Liede von Abt. Die Melodie baſirt jedoch auf folgenden Harmonien:

Takt	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Grundbaß	D	G	$\overset{7}{A}$	D	A	E	$\overset{7}{E}$	A
Takt	**9.**	**10.**	**11.**	**12.**	**13.**	**14.**	**15.**	**16.**
Grundbaß	Cis	Gis	$\overset{7}{Gis}$	Cis	D	A	$\overset{7}{A}$	D
Takt	**17.**	**18.**	**19.**	**20.**	**21.**	**22.**	**23.**	**24.**
Grundbaß	D	G	Fis	Hmoll	D	G	$\overset{7}{A}$	D

Die Einschaltung der leitereigenen Töne von Cis-dur zwischen A-dur und D-dur hat bei voller Harmonie keine Schwierigkeit, aber ohne Hülfe der Harmonie einstimmig die Melodie zu treffen, verlangt einen sattelfesten Sänger, dergleichen unter der Mannschaft sich nicht viele finden dürften.

Wie üblich und löblich sind die Komponisten angegeben. Oefter jedoch steht „Volksweise" oder Volkslied, wo der Komponist bekannt ist, wie z. B. bei „Ich hatt' einen Kameraden" (Konr. Kreutzer), „Es zogen drei Bursche wohl über den Rhein" (Reißiger). Es ist ferner aus historisch-kritischen und ästhetischen Gründen von Wichtigkeit, zu unterscheiden, ob der angeführte Musiker die Melodie ausdrücklich für den betreffenden Text geschaffen hat, oder ob er an der Verwendung einer zu ganz anderem Zwecke geschaffenen unschuldig ist. Man müßte z. B. bei Nr. 63 „Kaiser Wilhelm" bemerken: Marschners Oper Templer und Jüdin: „Du stolzes England freue dich". Ganz in diesem Sinne verfahren ist ja z. B. bei Nr. 29 („Deutschland über Alles"), wo nicht nur Haydn angeführt ist, sondern auch „Melodie: Gott erhalte Franz den Kaiser".

Groß ist leider die Zahl der Druckfehler im Notendruck. Viele davon erkennt der musikalisch Gebildete allerdings sofort; was fängt man aber mit einer Stelle wie der folgenden an? Es ist Viervierteltakt. Auf das letzte Viertel eines Taktes kommen zwei verbundene Achtel für das Textwort „wir". Dann folgt:

Text:	der	Hei	mat	Grü-	ße	zu
Noten:	Achtel	Viertel mit Punkt	Viertel	Viertel	Viertel	Viertel

Auf die guten (betonten) Takttheile fallen also die Silben „der", „mat", „ße", d. h. man muß skandiren.

–	∪	–	∪	–	∪
der	Hei	mat	Grü	ße	zu

Aehnlich gehts in Nr. 74 (beiläufig bemerkt eine an sich köstliche Melodie Webers, aus dessen Musik zu „Preciosa", aber vollkommen geschmacklos einem Texte angepaßt, der nichts von der duftig romantischen Wald-, Wander- und Zigeunerstimmung der Melodie hat). Die nachstehend über die Silben gesetzten Quan-

Digitized by

titätszeichen geben an, zu welcher Scanſion die angegebenen Noten zwingen:

∪	⏑	∪	∪	⏑	∪	∪	⏑	
„wir	ſchla-	gen	mit dem	Kol-	ben	drauf!“		

Vollkommen rathlos iſt man bei Nr. 138: „Ueber allen Wipfeln iſt Ruh“. U. ſ. w.

Die Rückſicht auf Raum nöthigt zum Abbrechen; es ließe ſich ſonſt noch manche Ausſtellung machen, manches Beiſpiel der Diskrepanz zwiſchen Text und Melodie nachweiſen.

Alſo nochmals: Viel Glück zum Verſchleiß des Liederſchatzes, und für eine neue Auflage einen muſikaliſchen Reviſor und aufmerkſamen Korrektor!

G. S.

10.

Unterſuchungen über die Beſtimmung des Kohlenſtoffs im Eiſen und Stahl. Preisarbeit des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes. Mit der ſilbernen Medaille ausgezeichnete Experimentalunterſuchung von Dr. Chriſtian Göttig, etatsmäßigem Profeſſor an der Königlich vereinigten Artillerie- und Ingenieurſchule bei Berlin. Zweiter Abdruck. Berlin 1894. Leonhard Simion. Preis: M. 3,60.

Der vollſtändig wiedergegebene Titel erſpart eigentlich eine eingehendere Beſprechung, zu der es unſerer Zeitſchrift an Raum gebricht. Der Titel bezeichnet den behandelten Gegenſtand, der in unſerer Eiſenzeit von großem techniſchen Werth, beſonders aber auch von Werth für unſere Leſerſchaft iſt, die — zu Schutz wie Trutz — in ganz erheblich größerem Maße als alle vorangegangenen Artillerie- und Ingenieurgenerationen um Stahl und Eiſen ſich zu kümmern hat, deſſen Ausgeſtaltungen ſowohl bezüglich der Erzeugung wie der Verwerthung ſo überaus mannichfaltig geworden ſind. Der Titel zeigt ferner, daß die Unterſuchung von berufsmäßig kundiger Hand geführt worden iſt, und endlich, daß ſie Ergebniſſe geliefert hat, die von der berufenen Richterſchaft praktiſch werthvoll befunden worden ſind.

Digitized by

Die vormalige Unterscheidung — nur auf den Kohlenstoffgehalt gegründet — von Gußeisen, Stahl, Schmiedeeisen ist heut nicht mehr erschöpfend; man berücksichtigt den bedeutenden Einfluß von Silicium und Mangan; die Eisenerzeugung ist sehr mannichfaltig geworden. So mannichfaltig, daß ein gutes Gedächtniß oder tägliche Beschäftigung dazu gehört, um die wichtigsten Sorten und ihre Kennzeichen aufzählen zu können. Eine treffliche Gedächtnißhülfe — abgesehen von der überaus reichhaltigen Fachliteratur — gewährt die im Erscheinen begriffene 14. Auflage des Brockhausschen Konversations-Lexikon in den Artikeln „Eisen" (Band V, Seite 825 bis 828) und „Eisenerzeugung" (a. a. O. Seite 923 bis 932).

Hier müssen wir uns darauf beschränken, kurz anzugeben, was Professor Göttig untersucht hat. Zweierlei hat er geprüft: Eisensorten und die Prüfungsmethoden der namhaftesten Chemiker an Hüttenlaboratorien.

Die benutzten Materialien waren folgende:

	Herkunft	Prozente			
		Graphit	Kohlenstoff	Silicium	Mangan
I. Graphithaltiges Eisen					
a. Feinkörniges graues Roheisen I	Sawner Hütte	2,9	0,5 chemisch gebunden	—	0,1
b. Gießerei-Roheisen II	Vulkan	?	4,1	—	größer (?)
II. Graphitfreies Eisen.					
a. Weißes Roheisen (hochstrahlig) . . .	Vulkan	—	4,301	0,5	3 bis 4
b. Thomaseisen . . .	Vulkan		4,1	—	3 bis 4
c. Schmiedeeisen . . .	Torgelow	—	0,29	—	—
d. Bessemerstahl . . .	Hohenlimburg	—	0,474	0,03	—
e. Gußstahl.	Hohenlimburg		1,175	—	—
f. Raffinirstahl . . .	Hohenlimburg		1,098	—	—

Digitized by

Es erfolgte dann die Untersuchung nach den verschiedenen Methoden, und zwar:

Graphithaltige Eisenarten.

A. Methoden, bei welchen das Eisen direkt mit Oxydationsmitteln behandelt wird.

I. Oxydation auf trockenem Wege (Elementaranalyse)

II. Desgl. auf nassem Wege.

B. Methoden, bei welchen der Kohlenstoff vor der Oxydation vom Eisen getrennt wird.

I. und II. wie unter A.

Graphitfreie Eisenarten.

Unterabtheilungen wie bei den graphithaltigen Eisenarten.

Ueberall sind am Schlusse jeder der acht Versuchsreihen die Resultate der Prüfung gezogen bezw. tabellarisch zusammengestellt.

Bis dahin reicht die ursprüngliche Arbeit. Bei dem Wiederabdruck für den Buchhandel hat Professor Göttig einen Nachtrag über die Feststellung des graphitischen Kohlenstoffs im Eisen und Stahl hinzugefügt.

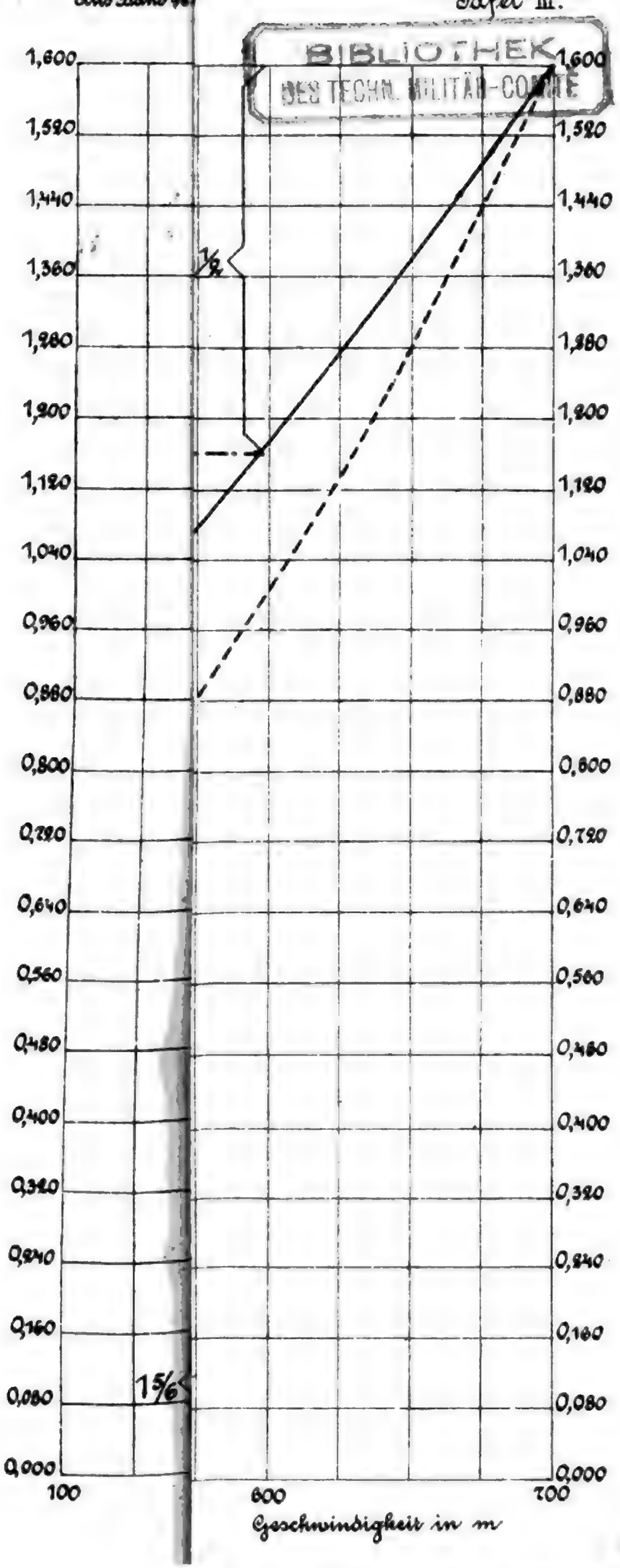
Die ganze Publikation hat für alle diejenigen, denen die Kohlenstoffbestimmung im Eisen und Stahl obliegt, den großen Werth der Zeitersparniß, indem ihnen der für die jeweiligen Verhältnisse geeignetste Weg gezeigt wird.

Durch sehr hübsch, klar und verständlich entworfene perspektivische Zeichnungen (10 Abbildungen) sind die angewendeten Apparate veranschaulicht.

G. S.

Tafel III.

BIBLIOTHEK
DES TECHN. MILITÄR-COMITÉ



XVI.

Ein Beitrag zur Schießausbildung der Feldartillerie-Offiziere.*)

Von

Max Halder,

Hauptmann und Batteriechef im Kgl. bayer. 3. Feldartillerie-Regiment Königin Mutter.

(Mit einer Tafel.)

Einleitung.

Der Werth des Schießspiels für die Ausbildung von Offizieren in den Schießregeln ist ein allgemein anerkannter. Umfassende Abhandlungen sind hierüber in allen großen Militärstaaten geschrieben worden. Sie sind in wohldurchdachten Systemen aufgebaut und gründen in den Gesetzen der Treffwahrscheinlichkeit. Unter Zuhülfenahme des Zufalls (Loosnummern, Würfel 2c.) werden die einzelnen Schüsse so bestimmt, wie sie in Wirklichkeit wahrscheinlich liegen würden. Man erhält wahre Schießen, an die sich die interessantesten Erörterungen von hohem belehrenden Werthe knüpfen lassen.

*) Der Herr Verfasser, seit etwa drei Vierteljahren in den praktischen Dienst bei der Truppe zurückgekehrt, hat bis dahin mehrere Jahre an der bayerischen Artillerie- und Ingenieurschule als Lehrer für Ballistik und Taktik gewirkt und aus diesem Verhältnisse die Anregung zu der vorliegenden Arbeit geschöpft, die in weiteren Kreisen bekannt zu machen unsere Zeitschrift gern übernommen hat. Selbstverständlich fußt die Arbeit auf der geistvollen Schöpfung des Generals Rohne, dem „Artillerie-Schießspiel", und unseren artilleristischen Lesern würde nicht gesagt zu werden brauchen, daß die betreffende „Anleitung zum applikatorischen Studium der Schießvorschrift und zur Bildung von

Dadurch aber, daß man den einzelnen Schuß dem Zufall anheimgegeben, hat man sich die Möglichkeit benommen, am einzelnen Schießbeispiel einen ganz bestimmten Fall vorzuführen; und doch liegt gerade in der systematischen Aneinanderreihung ganz bestimmter Fälle, die es ermöglichen, alle charakteristischen Fälle der Schießregeln in sachgemäßer Steigerung vom Leichteren zum Schwierigeren dem Uebenden vorzuführen, der Hauptwerth der theoretischen Vorbildung der Offiziere für die Schießübungen. Das Berechnen der Streuungen, der Lage der Treff- und Sprengpunkte ist für den Truppenoffizier Nebensache: 1. sind diese Berechnungen an und für sich leicht; 2. steht durch autographischen Umdruck interessanter, thatsächlich stattgehabter Schießen (wie dies jetzt allgemein üblich ist) Rechenmaterial genügend zur Verfügung. Wer sich also darin festigen will, findet Stoff genug.

Ich meine also, der Leitende von Schießspielen darf das einzelne Schießen nicht dem Zufall überlassen, er muß das ganze Gebiet der Schießregeln im Auge behalten und es am Schluß der betreffenden Uebungsperiode als Ganzes seinen Offizieren vorgeführt haben. Dies ist aber bei der jetzt allgemein üblichen

---

Schießbeispielen" im vorigen Jahre in zweiter Auflage (gänzlich umgearbeitet unter Berücksichtigung des inzwischen erschienenen Entwurfs der Schießvorschrift für die Feldartillerie vom Jahre 1893 — Königliche Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn in Berlin) erschienen ist; aber für unsere nicht artilleristischen Leser erschien dieser Hinweis rathsam. Uebrigens dürften auch solchen, denen die Rohnesche „Anleitung" noch nicht bekannt oder doch nicht zur Hand ist, der vorliegende Halbersche Aufsatz verständlich und lehrreich sein. Hauptmann Halder, der, nachdem er vom Katheder gestiegen, sich, wie billig und natürlich, ganz und gar der Kaserne und dem Exerzirplatz gewidmet hat, würde an die Veröffentlichung seiner Arbeit nicht gedacht haben, wenn nicht die Vorgesetzten, wie namentlich auch seine vormaligen Zuhörer, ihm eine solche dringend empfohlen hätten.

Das „Artillerie-Schießspiel", ein würdiger Abkömmling des längst bekannten und überall gepflegten „Kriegsspiels", hat seinen Weg zur Truppe gefunden, und eine Gebrauchsanweisung bezw. Aufgabensammlung, wie Hauptmann Halder sie bietet, muß für die Pflege und Verwerthung dieses sinnreichen Lehrbehelfs willkommen und förderlich sein.

Anmerk. d. Red.

Digitized by Google

Methode des Betriebes nicht möglich; auch ist diese durch den Gebrauch von Tabellen, einzuschaltenden Rechnungen 2c. immerhin etwas schwerfällig, der Verlauf des Spieles für den Truppenoffizier nicht flüssig genug. Hierin dürfte vielleicht auch der Grund zu suchen sein, daß sich selbst die genialst erdachten Schießspiele in der Truppe nicht recht einzubürgern vermochten: der Truppenoffizier fordert eben für seine Ausbildung im Schießen andere Mittel als der Ballistiker am Rechentische.

Viele Kommandeure und Chefs haben die Ausbildung ihrer Offiziere in diesem Sinne gewiß auch bis jetzt schon bethätigt. Man übermittelte die Beobachtungen am Ziel dem Schießenden entweder durch Zuruf oder durch Aufzeigen der Beobachtungen in schriftlicher Form (die bekannten drehbaren Würfel mit +, −, A, ? 2c.). Beide Methoden — erstere noch viel mehr als die zweite — kranken an dem Uebelstande, daß der Schießende den Schuß in anderer Weise wahrnimmt als in Wirklichkeit. Beim Zuruf ist das Auge gar nicht in Anspruch genommen; beim Aufzeigen der Schüsse in schriftlicher Form in einer der Wirklichkeit nicht entsprechenden Weise. Es ist etwas ganz Anderes, ob man z. B. ein Minuszeichen vor sich sieht, oder ob man eine bildlich dargestellte Rauchwolke zu einem figürlichen Ziel in Verbindung zu bringen und aus dieser kurzen Wahrnehmung selbständig den Schuß als „davor" zu erkennen hat.

Diese Erwägung führt direkt zur Idee, sich zum Schießspiel die Ziele in verkleinertem Maßstab herzustellen und eine in demselben Maßstab gehaltene Rauchwolke den Schießenden mit ihnen in Verbindung bringen zu lassen. Dadurch lernt er gleichzeitig beobachten, die Lage der Sprengpunkte beurtheilen und bei bekanntem Maßstab der Zieldarstellung dieselbe sowohl der Höhe wie der Seite nach ziffermäßig schätzen. Es wiederholt sich bei ihm genau derselbe geistige Vorgang wie beim Schießen selbst. Es werden auch Unterschiede zwischen den Beobachtungen des Schießenden und dem Aufzeigen der Schüsse am Ziel (richtiges Schätzen der Sprenghöhen!) zur Sprache gebracht werden können. Hält man den Zeiger nur einen Augenblick vor den Zielpunkt des treffenden Geschützes und führt ihn dann in der Richtung weiter, in welcher der Wind die Rauchwolke forttreiben würde 2c., so schafft man dadurch der Wirklichkeit ziemlich nahe kommende

Digitized by Google

Miniaturbilder, welche in ihrem Gesammteindruck auch anregend auf den Schießenden wirken.

Wie diese Idee ins Praktische übersetzt wird, soll in Nachfolgendem gezeigt werden. Dabei ist von der Anschauung ausgegangen, daß nicht nur im Kriege, sondern auch im Frieden die einfachsten Mittel die besten sind.

Der Apparat.

Der Apparat ist in 1 : 50 gehalten. Seine Theile sind:

1. Der Rahmen (s. Zeichnung).

Um demselben eine handliche Form geben zu können und die Spannung der Bindfäden nicht zu lang werden zu lassen, muß er in der Länge beschränkt werden: 1 m Länge des Grundbettes dürfte als oberste Grenze zu betrachten sein. Dies entspricht 50 m Front (s. Tafel).

Für alle Ziele mit Ausnahme der Artillerieziele ist die Frontausdehnung — lediglich vom Standpunkt der Beobachtnng aus — an und für sich gleichgültig: das Feuer ist entweder über die ganze Front oder nur über einen Theil derselben vertheilt. Für Artillerieziele allerdings stellt der Rahmen nur die Frontbreite einer Batterie mit 10 Schritt Geschütz-Seitenabstand dar, bezw. müssen, wenn man gerade normale Geschütz-Seitenabstände haben will, zwei Rahmen nebeneinander aufgestellt werden. Praktischer ist es, man begnügt sich mit einem Rahmen und nimmt die verkleinerten Geschütz-Seitenabstände mit in den Kauf; in Wirklichkeit läßt sich die Größe der Geschütz-Seitenabstände beim Gegner ohnedies nur sehr schwer schätzen.

Der Rahmen selbst ist braun gebeizt, das Fußbrett von 10 zu 10 cm (= 5 m seitlicher Abweichung) senkrecht zu seiner Länge abliniirt. Zur Beurtheilung der Sprenghöhen für den Anzeiger sind in Abständen von 10 zu 10 cm wagerecht dünne Bindfäden (Drähte) gespannt. Eine solche Auseinanderstellung zweier Fäden entspricht im gewählten Maßstab je 5 m Sprenghöhe. Vier Fäden reichen, da Sprenghöhen über 20 m nicht wohl vorkommen.

Bei Zielwechsel räumt man die zuerst aufgestellten Zielfiguren rasch weg und bringt die neuen an ihre Stelle; hierbei giebt man an, wie das neue Ziel zum alten steht. Sind zwei

Digitized by

Rahmen zur Verfügung, so kann man gleich in einem derselben das neue Ziel vorbereiten; doch empfiehlt sich diese Art weniger, weil der Zielwechsel nicht so überraschend wirkt.

2. Der Zeiger.

Gerader, starker Draht mit aufgelötheter Blechscheibe von etwa 3 cm Durchmesser und der Form einer Rauchwolke. Die Scheibe ist auf beiden Seiten in Rauchfarbe (hellgrau) angestrichen.

3. Die Ziele.

Die Ziele sind in dünnem Blech ausgeschnitten, auf der Vorderseite entsprechend — aber einfach — bemalt und auf die Schmalseite breiter wie der Rahmen gebeizter Holzlatten aufgenagelt. Der auf die Holzlatten aufgenagelte Theil der Zielfigur rechnet mit zur Zielhöhe. Entsprechend der Einrichtung des Rahmens sind die Ziele in 1 : 50 gehalten.

Für die Form der Ziele gelten als allgemeiner Anhalt die Ausmaße der Vorschrift: „Anleitung für die Darstellung gefechtsmäßiger Ziele für die Feld- und Fußartillerie. Berlin 1894"; es empfiehlt sich aber im Interesse größerer Haltbarkeit, die einzelnen Figuren — mit Ausnahme der Geschützscheiben — einfach viereckig auszuschneiden.

Für die Art der Ziele ist der Phantasie weiter Spielraum gelassen; man kann schließlich jedes Ziel mehr oder weniger künstlerisch zur Darstellung bringen. In der Praxis hat sich gezeigt, daß man mit folgenden Haupttypen für einen Rahmen vollständig ausreicht:

Infanterie: 8 mm breit; Seitenabstand der einzelnen Figuren und diese der Größe nach unter sich wechselnd.

Feuernde Schützenlinie: 35 Brustscheiben: 10 mm hoch,
10 Rumpfscheiben: 17 " "
5 Kniescheiben: 24 " "

Vorrückende Infanterie: 50 Figurenscheiben: 34 mm hoch.

Schützengraben (dient gleichzeitig als „Maske" und zur Darstellung „halbverdeckter Ziele") eine etwa 80 cm lange, braun gebeizte Latte von folgendem Profil (s. Tafel).

Kavallerie: 20 Reiterscheiben: 17 mm breit, 48 mm hoch.

Digitized by Google

Artillerie:

8 Geſchützſcheiben, die Bedienung innerhalb der Räder; jede Geſchützſcheibe 32 mm breit, 26 mm hoch; jede Mannſchafts-Profilſcheibe — wenn ſtehende Bedienung angenommen — 5 mm breit, 34 mm hoch.

8 Geſpannſcheiben, darſtellend den Geſchützführer, dann den Vorderreiter mit ſeinem Handpferd. Die Geſpannſcheibe ſetzt ſich zuſammen aus zwei Reiterſcheiben (ſiehe umſtehend!) und einer Handpferdſcheibe: 16 mm breit, 34 mm hoch.

Will man die volle Beſetzung einer Batterie haben (Zugführer, Batterieführer ꝛc.), ſo nagelt man Geſchützſcheiben und die vorgenannten Figurenſcheiben auf entſprechend lange Latten auf.

Schwer ſichtbare Artillerieziele, die erſt durch Dahinterſchüſſe überhaupt in die Erſcheinung treten, ſtellt man dadurch dar, daß man das einſchlägige Zielgeſchütz erſt dann aufſtellt, wenn ein Schuß an die Stelle hinfällt, wo es ſteht. Auf dieſe Weiſe kann man nach und nach alle Geſchütze einer Batterie, oder auch nur einen aus der Feuervertheilung ſich ergebenden Theil derſelben dem Schießenden ſichtbar machen.

Bewegliche Ziele brauchen nur als feſtſtehende dargeſtellt zu werden, denn die Bewegung des Ziels als ſolche kommt doch nur für den Richtkanonier in Betracht: das Schießverfahren gegen ein bewegliches Ziel kann man an einem feſtſtehenden ebenſo gut zur Darſtellung bringen, man braucht nur dem Schießenden die Art der Bewegung des Zieles vorher mitzutheilen.

Die Zieldarſtellung vervollſtändigt man praktiſch durch ein Geländebild an der Tafel. Man zeichnet in flüchtiger Skizze das Ziel ſo an die Tafel, wie es ſich im Gelände wirklich darſtellt, und vervollſtändigt dieſes Landſchaftsbild — wo nothwendig — noch durch ein Profil. Auf dieſe Weiſe läßt ſich das Verſchwinden von Schüſſen im Gelände, die Zielvertheilung nach Geländepunkten ꝛc. mit Leichtigkeit zur Darſtellung bringen: der Schießende muß durch das Auge ſich all das ſelbſt zum Bewußtſein bringen, worüber man ihm bisher mündlich Aufſchluß gab.

Digitized by Google

Darstellung der Lage der Sprengpunkte.

Der Apparat wird möglichst in Augenhöhe der (sitzend gedachten) Spielenden und möglichst weit von ihnen weg aufgestellt. Ein Gehülfe des Leitenden steht seitwärts desselben, so daß die Ziele natürlichen Hintergrund haben, und weist — mit dem Zeiger von oben senkrecht herablangend — die einzelnen Schüsse ꝛc. auf. Durch längeres oder kürzeres Verweilen in der beabsichtigten Stellung hat er es in der Hand, ein schnelles Verflüchtigen oder ein Liegenbleiben der Rauchwolke (z. B. bei feuchtem, dunstigem Wetter) zur Anschauung zu bringen; auch kann er durch die Art, wie er den Zeiger vom ursprünglichen Sprengpunkt wegzieht, die herrschende Windrichtung deutlich veranschaulichen.

Az.-Schüsse:*) „davor" und „dahinter" an und für sich klar. Fragliche Schüsse werden entweder gar nicht oder, wenn sie infolge ihrer Seitenabweichung fraglich waren, hart am Rahmen angezeigt. Schüsse, von denen man will, daß sie der Schießende falsch beobachtet, zeigt man im Verhältniß zu ihrer wirklichen Lage falsch auf.

Blindgänger: Der Zeiger wird so gehalten, daß der Schießende nur die schmale Seite der Anzeigscheibe sieht.

Spätkrepirer: Zuerst wie ein Blindgänger, dann wie ein Bz.-Schuß in der betreffenden (gewöhnlich sehr hohen) Sprenghöhe.

Schwer zu beobachtende Einzelschüsse, die infolge zu schwacher Raucherscheinung später zum Gebrauch der Salve nöthigen: der senkrecht herabhängende Zeiger wird gegen den Schießenden horizontal so gedreht, daß er die Rauchwolke in ihrer Breitenausdehnung wesentlich schmäler sieht.

Bz.-Schüsse: Die Sprenghöhe giebt die Zeigerscheibe durch ihre Stellung zwischen den Bindfäden (Drähten) des Rahmens an.

---

*) Für nicht-artilleristische Leser ist wohl die Erklärung der Abkürzungen „Az.-Schüsse", „Bz.-Schüsse" nicht überflüssig. Erstere bezeichnet Geschosse mit Aufschlagzünder, letztere solche mit Brennzünder.

Anmerk. d. Red.

Digitized by

a. Sprengpunkte deutlich davor: Der Zeiger wird ein entsprechendes Stück vor den Rahmen gehalten.
b. Sprengpunkte deutlich dahinter: entsprechend.
c. In Bezug auf Sprengweiten fragliche Sprengpunkte: werden unmittelbar am Rahmen angezeigt. Sprengpunkte über 8 m Sprenghöhe sind in Bezug auf Sprengweite grundsätzlich fraglich.
d. Ueberhaupt fragliche Sprengpunkte: werden gar nicht angezeigt.

Az.-Salven:

a. auf einen Punkt:
   α. bei gleichen Vorzeichen: wie ein einzelner Schuß;
   β. bei wechselnden Vorzeichen: einmal davor, einmal dahinter.
b. bei vertheiltem Feuer: man fährt mit dem Zeiger den Theil der Front ab, auf welchen das Feuer vertheilt wurde, und verfährt dabei nach a.

Bz.-Salven: Werden ähnlich wiedergegeben, nur bewegt sich die Zeigerscheibe in den Sprenghöhen, welche für die Lage charakteristisch sind, z. B. von A bis 10 m Sprenghöhe.

Schnellfeuer: In ähnlicher Weise wie die Salve. Auch hier handelt es sich nur darum, dem Schießenden ein allgemeines Bild seines Schnellfeuers zu geben.

Geschützweises Feuer: Hier gilt dasselbe wie beim Schnellfeuer; die Reihenfolge der aufgezeigten Schüsse ist dabei ganz gleichgültig.

Die seitliche Lage der Schüsse zum Zielpunkt des gerade feuernden Geschützes (Feuervertheilung) hängt selbstverständlich auch von der kommandirten Seitenverschiebung ab. Wird ein Ziel irrthümlich nicht in seiner ganzen Breite unter Feuer genommen, so zeigt man die Schüsse nur auf einem Theil seiner Frontausdehnung auf.

Durchführung des Spiels.

Das Spiel dirigirt der Leitende, rechts neben dem Gehülfen sitzend oder stehend, so daß dieser in seine Aufschreibungen bequem

Digitized by

hineinsehen kann. Er notirt die Schüsse in ein einfach vorbereitetes Formular, wie sie sich aus den Maßnahmen des Batterieführers bezw. der Zugführer ergeben, und zwar sowohl in Bezug auf Höhenlage, als — wo es wünschenswerth erscheint — auch hinsichtlich der seitlichen Lage. Er ist die geistige Triebfeder des Apparats, er muß die Schießregeln vollständig beherrschen.

Der Gehülfe liest ab, was der Leitende aufschreibt, und zeigt dies am Apparat auf. Er bemißt die Raschheit im Aufzeigen nach der Flugzeit des Geschosses, die auf den hauptsächlich in Betracht kommenden Entfernungen etwa ein Drittel der Hunderte der Entfernung beträgt. Seine Thätigkeit darf keine rein mechanische sein; das Tempo des Aufzeigens kann nur gewinnen, wenn er — soweit möglich — das Schießen verfolgt, und dazu gehört ein gut Stück „geistige Thätigkeit". Stehen z. B. beim Einschießen oder beim Regeln der Sprenghöhen die Zugführer nicht im Kontakt mit dem Batterieführer und kommandiren sie die Schüsse rascher, als die Beobachtung des Batterieführers bezw. die eigene auf Seitenrichtung zuläßt, kann der Gehülfe sofort das Aufzeigen aussetzen; umgekehrt kann er bei „kürzeren Feuerpausen" das Tempo des Aufzeigens beschleunigen und dadurch die Zugführer aufmerksam machen bezw. anspornen. Unter den Unteroffizieren und Einjährig-Freiwilligen finden sich hinreichend viele, hierfür geeignete Leute.

Als Spielende sind abgetheilt 1 Batterie- und 3 Zugführer. Sie nehmen möglichst entfernt vom Apparat Platz und gruppiren sich — nahe zusammengehalten — so, wie dies in der feuernden Batterie der Fall wäre, also die Zugführer nebeneinander, der Batterieführer in der Mitte oder an einem Flügel der Batterie. Alle Kommandos, Anordnungen ꝛc. sind zu geben wie in der feuernden Batterie, und zwar so laut, daß alle zum Spiel Versammelten sie verstehen können.

Zum Aufschreiben sind zwei Chargen eingetheilt. Sie halten sich in der Nähe des Batterieführers, jedoch außerhalb der Plätze der Zugführer und so, daß der Batterieführer ihre Aufschreibungen nicht benutzen kann. Ihre Notizen machen sie in eigens zu diesem Zweck autographirte Hefte.

Der Eine bringt sämmtliche Kommandos und die Beobachtungen des Batterieführers, gegebenenfalls auch die einschlägigen Kommandos der Zugführer ꝛc. zu Papier, während der

Digitized by Google

Andere zum Notiren der Zeiten, der Feuerordnung, der Geschoßart ꝛc. (Sch.-V. 305) Verwendung findet. Hierzu sind die Organe (Unteroffiziere, Einjährig-Freiwillige) zu verwenden, denen die gleichen Obliegenheiten bei der Schießübung zufallen sollen.

Ist das Schießen beendet und will man auch die Anfertigung von Schießlisten üben, so schreibt einer der Spielenden die Schießliste nach den ihm übergebenen Aufschreibungen an eine nach Art der Schießlisten eingetheilte Tafel; ein anderer verwerthet die Aufschreibungen über die Zeiten, die Feuerordnung, die Geschoßart ꝛc. im Sinne der betreffenden Vorträge in der Schießliste.

Zum Schluß folgt seitens des Leitenden die Schießbesprechung (Sch.-V. 318 u. ff.), nachdem der Batterieführer — sei es nur an der Hand der während des Schießens gemachten Aufzeichnungen, sei es auf Grund einer besonders gefertigten Schießliste — sein Schießen mündlich vorgetragen hat.

Da die Ausbildung der Lieutenants im Schießen (Feuerleitung einer Batterie) zunächst den Batteriechefs obliegt, so ist das ganze Spiel auch zunächst nur im Rahmen der Batterie gedacht. Es werden daher nach der eben geschilderten Art des Betriebes bereits auch alle irgendwie auszubildenden Chargen Verwendung gefunden haben.

Will aber das Spiel für eine größere Anzahl von Offizieren (abtheilungsweise, Vorbereitung für die Schießlehrkurse der Offiziere des Beurlaubtenstandes oder der jüngeren Feldartillerie-Offiziere) nutzbar gemacht werden, so hätten die nicht eingetheilten Offiziere dem Verlauf des Spiels derart zu folgen, daß sie bei Kommandowechsel sofort wohl orientirt als Batterieführer eintreten könnten. Weiter empfiehlt es sich, einen dieser Offiziere ausschließlich damit zu beauftragen, die Kommandos der Zugführer zu kontroliren und bei der Besprechung etwa hierin vorgekommene Unregelmäßigkeiten zur Sprache zu bringen.

Wird eine Schießliste angeschrieben, so tragen die nicht eingetheilten Offiziere dieselbe in eigene Uebungsbüchlein (Schießlisten-Formulare) ein.

Digitized by

Schießaufgaben in systematischer Reihenfolge zur Einübung der Schießregeln.

Die nachfolgende Aufgaben-Sammlung ist vom Gesichtspunkte der Ausbildung des Batterieführers im Schießen zusammengestellt. Ohne auf Vollständigkeit Anspruch zu machen, enthält sie wohl alle irgendwie charakteristischen Typen von Schießaufgaben. Ich habe — um nicht unnöthigen Raum zu beanspruchen — von dem üblichen taktischen Gewande abgesehen; der Leser kann sich zu den angegebenen Zielen mit Leichtigkeit eine „Lage" schaffen. Mehr wie zwei Ziele habe ich in eine Aufgabe nicht zusammengefaßt, um die Besprechungen nicht zu ausgedehnt werden zu lassen; wer will, kann mehrere Aufgaben unter Zielwechsel aneinander anreihen.

Die Zusammenstellung soll nichts weniger als ein „Ausbildungsschema" sein: im Gegentheil, es erscheint mehr als wünschenswerth, daß jeder Leitende sich die Schießaufgaben nach der ihm für Ausbildung seiner Offiziere zur Verfügung stehenden Zeit mehr oder weniger umfangreich selbst zusammenstellt. Wer sich des Apparates für eine gewisse Periode (z. B. den Winter) ausschließlich bedient, dürfte seinen Zweck am einfachsten erreichen, wenn er die nachfolgenden Aufgaben der Reihe nach durchnimmt, weil er dann in seiner Uebung allmählich vom Leichteren zum Schwereren fortschreitet.

Wer will, mag den folgenden Theil der Abhandlung auch nur als „Aufgaben-Sammlung" für Ausbildung des Batterieführers und der Batterieoffiziere in den Schießregeln bei formirter Batterie betrachten und braucht die Reihenfolge der Aufgaben keineswegs einzuhalten: er kann jederzeit ein beliebiges Beispiel herausnehmen und durchüben.

1. Aufgabe.

I. Freistehende Batterie zu 6. E*) über 3000.

100er Gabel gelingt. — Rest-Az.-Schüsse überwiegend kurz (86). — Normale Sprengpunktslage (ab und zu ein tiefer Spreng-

*) Entfernung.

Digitized by

punkt oder ein A*) (59).**) — Es kann keine der beiden Streu-entfernungen ausgeschaltet werden (92).

II. Vorrückende Infanterie in Linie. (Bz.-Feuer.)

Anfangsentfernung unter 3000. — Bewegung auf die Batterie zu: normale Verhältniſſe (128 bis 131).

2. Aufgabe.

I. Eingeſchnittene Batterie zu 8. E über 2500.

100er Gabel gelingt. — Reſt-Az.-Schüſſe nur dahinter (88). — Man erhält nun Schüſſe davor (89 bis 96). — Sprengpunktslage zu tief (59, 89). — Sprengpunkte der kleineren Streu-E liegen vor dem Ziel; auf der um 100 m größeren E wird in der erſten Lage mehr als ein Sprengpunkt hinter dem Ziel beobachtet: auf der kleineren Streu-E durchladen (63, 93).

II. Infanteriekolonne im Marſch gegen eine Brücke.

Anfangs-E unter 2500. — Einſchießen auf die Brücke (117).

3. Aufgabe.

I. Batterie zu 6 ganz nahe hinter Maske. E über 3000.

Hülfsziel in der Maske ſelbſt (217). — Beobachtung der Schüſſe gegen das Ziel ſelbſt möglich (86 bis 96).

II. Infanterielinie ſtehend. E unter 3000.

Sobald die Batterie mit Bz. eingeſchoſſen iſt, ſetzt ſich das Ziel nach vorwärts in Bewegung (135). — Später ſtellt die Infanterielinie die Vorwärtsbewegung ein. Man hat einen Anhalt über die Lage der Sprengpunkte zum Ziel (136, 1).

4. Aufgabe.

I. Halbverdeckte Batterie zu 4. E unter 3000.

Falſche 100er Gabel (wirkliche E kleiner als die erſchoſſene). — Reſt-Az.-Schüſſe nur dahinter (88). — Abbrechen um 100 m; die Schüſſe liegen noch immer dahinter: neue Gabel mit Az. (88). — Nunmehr Reſt-Az.-Schüſſe wechſelnd; normale Sprengpunkts-

---

*) A = Aufſchlag.

**) Die eingeklammerten Zahlen ſind die einſchlägigen Ziffern der Sch.-V. 1893.

lage (59). — Auf einer der beiden Streu-E wird in einer Reihe von „davor" liegenden Schüssen ein vereinzelter Sprengpunkt „dahinter" erkannt; auf der anderen Streu-E erscheinen nur fragliche Schüsse: auf der ersten E „Durchladen!" (63, 93).

II. Schützenlinie, feuerthätig gegen die eigene Infanterie. E unter 1500. — Der erste Schuß ist dahinter: energisch zurück; im Uebrigen 101 bis 103 bezw. 70, 2. — Ziel wird irrthümlich nicht in ganzer Breite beschossen (68).

5. Aufgabe.

I. Freistehende Infanteriekolonne. E über 3000.

Schwierige Beobachtung. — Nur Gabel in weiteren Grenzen möglich. — Rest-Az.-Schüsse sind entweder alle oder zum größten Theile fraglich (92). — Gleich bei Beginn des Bz.-Feuers erhält man einige außergewöhnlich hohe Sprengpunkte (60, 90). — Auf einer der Streu-E erkennt man Wirkung am Ziel: „Durchladen!" (93).

II. Batterie zu 8 auf einer Hochebene, durch hohes Getreide vollständig verdeckt. E unter 3000.

Beobachtung der Schüsse gegen das Ziel selbst nicht möglich (106). Hülfsziel ein einzelner Baum seitlich des Ziels. Richtfläche vorwärts (218, dann 144 bis 148).

6. Aufgabe.

I. Schützen, ruhend hinter einer stark profilirten Deckung. (Sprenggranaten.) E unter 3000.

Gabel: 2 +, 3 —.*) Genaues Einschießen gelingt. Zünder brennen nach dem Unterlegen von 2 Pl**) während des Schießens normal (107 bis 113).

II. Vorrückende Infanterie in Linie. Anfangs-E unter 2000.

Bewegung auf die Batterie zu. Normale Verhältnisse beim Feuer mit Az. (E.-R. 310, 2; dann Sch.-V. 119 bis 124).

---

*) Eine Gabel von 2 + und 3 — Schüssen bietet nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit eine größere Gewähr für Richtigkeit als z. B. eine solche von 1 + und 4 — Schüssen.

In diesem Sinne sind die in den nachfolgenden Beispielen mehrfach angegebenen Vorzeichen der Gabelschüsse zu beurtheilen.

**) Pl = Platte.

Digitized by Google

7. Aufgabe.

I. Freistehende Batterie zu 6. E über 3000.

100er Gabel gelingt; Rest-Az.-Schüsse gleichmäßig wechselnd (86). — Bei einer Reihe von Schüssen treten nur hohe, nicht auch vereinzelte tiefe Sprengpunkte oder A auf (60), dann (90). — Man kann im Verlauf des Schießens keine Sprengpunkte in Verbindung mit dem Ziel bringen: Hülfsbeobachter (65). — Auf einer der beiden Streu-E liegt nach den Meldungen des Hülfsbeobachters unter 6 Sprengpunkten mehr als 1 hinter dem Ziel (64): diese E ausschalten (94).

II. Vorrückende Infanterie in Linie. Anfangs-E unter 3000.

200 m Gabel; auf kurzer Gabel minus 100 : Bz. (128).

Ziel bleibt stehen, bevor es in den Wirkungsbereich der Brennzünderschüsse kommt (136, 2) [Mittheilung des Leitenden].

8. Aufgabe.

I. Eingeschnittene Batterie zu 6. E über 3000.

100er Gabel gelingt. — Rest-Az.-Schüsse sind nur dahinter (88). — Man erhält nun Schüsse überwiegend davor (89 bis 96). — Normale Sprengpunktslage (86). — Man kann im Verlauf des Schießens keine Sprengpunkte in Verbindung mit dem Ziel bringen: Hülfsbeobachter (65). — Bei der kleineren der beiden Gabel-E erkennt man (durch Meldung des Hülfsbeobachters), daß die Sprengweiten wesentlich größer als 100 m sind: diese E ausschalten (64, 94).

II. Vorrückende Batterie im Trabe. Anfangs-E unter 3000.

Es stehen nunmehr Sprenggranaten zur Verfügung. (Mit Az. feuern!) — Schuß dicht davor enthebt von der Gabelbildung (120). — Dem ersten hinter dem Ziel beobachteten Schuß gingen fragliche Schüsse unmittelbar voraus (123).

9. Aufgabe.

I. Von Infanterie besetztes, schloßartiges Gebäude. E etwa 4600.

Es ist mit Sprenggranaten-Aufschlag zu feuern. — Enge Gabel gelungen; abwechsend auf beiden Gabel-E feuern (85, 2).

Digitized by G

II. Schützen, ruhend hinter einer ſtarken, gegen Schrapnelwirkung deckenden Parkmauer. E unter 4000. (Sprenggranaten.)

Gabel: 4 +, 1 —. Genaues Einſchießen gelingt. — Die Zünder brennen zu lang (107 bis 113). — Ziel wird irrthümlich nicht in ganzer Breite beſchoſſen (68).

10. Aufgabe.

I. Halbverdeckte Batterie zu 6. E unter 3000.

100er Gabel gelingt; Reſt-Az.-Schüſſe überwiegend (alle) „davor". — Sprengpunktslage zu tief (59, dann 89). — Auch auf der größeren der beiden Streu-E liegen die Sprengpunkte noch davor (64, 2 bezw. 94): die kleinere E ausſchalten.

II. Schützenlinie, feuerthätig gegen die Batterie. E unter 1500.

Schießverfahren nach 101 bis 104. — Die Sprengweiten werden mit Sicherheit als zu groß erkannt.

11. Aufgabe.

I. Freiſtehende Batterie zu 8 auf einer Höhe. E über 3000.

Möglichkeit der Beobachtung des Maßes der Abweichung (53, 4 bezw. 77). — Normaler Uebergang zum Bz.: Sprengpunkte unter und vor dem Ziel; eine Pl genügt; wegen dieſer Pl nicht zurück (89, 2).

II. Schützen, ruhend hinter einer ſtark profilirten Deckung. (Sprenggranaten.) — E unter 3000.

Gabel: 1 +, 4 —; auf der einen Gabel werden zu viel Kurz-, auf der anderen zu viel Weitſchüſſe erhalten (108). — Zünder brennen normal (107 bis 113).

Im Verlauf eines länger fortgeſetzten Schießens erkennt man, daß auf der kürzeſten Streu-E die Sprengpunkte *nur* vor dem Ziel und auf der nächſt größeren *vorwiegend vor* dem Ziel liegen: die erſtere ausſchalten (112, 2).

Digitized by

12. Aufgabe.

I. Halbverdeckte Batterie zu 4 auf einer Anhöhe. Deckung vor der eigenen Batterie. E über 3000.

Beobachtung der Schüsse möglich; Geländewinkel kann ermittelt werden, z. B. durch vorübergehendes Herausbringen eines Flügelgeschützes seitwärts der der Batterie vorliegenden Deckung oder aus der Karte ꝛc. (86 bis 96). — Hülfsziel in der Flanke der Batterie und Richtfläche (198, 219, 144 bis 148).

Stellungswechsel.

II. Sprungweise vorgehende Infanterie. Anfangs-E etwa 2000. — Schießverfahren nach 135 und 136.

Die Infanterielinie verschwindet vorübergehend im Gelände (118, 2).

13. Aufgabe.

I. Infanterie in einem Ortsrand. E etwa 2400.

Der Ortsrand hat über 500 m Front und ist in drei deutlich wahrnehmbaren Abschnitten rechts rückwärts gleichmäßig gestaffelt. Abschnittsweise Bekämpfung (67, 2).

Stellungswechsel.

II. Infanterie, feuerthätig gegen eigene Infanterie. Anfangs-E über 1500.

Man kommt während des Einschießens unter 1500 herunter: Pl bleiben liegen. Das Feuer wird — sobald 1500 oder eine E darunter kommandirt wird — ohne Kommando auf das ganze Ziel vertheilt (66, 1).

Ia. Zuerst beschossenes Ziel, aber nur der Hauptangriffspunkt des Dorfrandes mit etwa 150 bis 200 m Front. E etwa 1800.

Das Feuer wird auf die 150 bis 200 m gleichmäßig vertheilt (E.-R. 306, 4); jedes Geschütz bekommt ein Sechstel und wechselt innerhalb desselben mit dem Zielpunkt (67, 2).

14. Aufgabe.

I. Schützen ruhend hinter einer stark profilirten Deckung. (Sprenggranaten.) E = 2500 bis 3000.

Digitized by

Gabel: 3 +, 2 —; auf der einen Gabelgrenze werden zu viel Kurz-, auf der anderen Gabel-E zu viel Weitschüsse erlangt (108). — Zünder brennen zu lang. — Das Ziel wird irrthümlich nicht in der ganzen Breite unter Feuer genommen (68).

Im Verlauf eines länger fortgesetzten Schießens ergiebt sich, daß auf der weitesten Streu-E die Sprengpunkte nur hinter dem Ziel liegen: diese ausschalten (112, 2).

II. Kavalleriekolonne im Trabe. Anfangs-E = 2500.

Bewegung auf die Batterie zu. — Sprenggranaten nach 116, 2. — Die Gabel ist von vorn gebildet und man erhält beim Zurückgehen auf die kurze Gabel-E gleich den ersten Schuß dahinter (121).

15. Aufgabe.

I. Zurückgehende Infanterie in Linie. Anfangs-E = 2000.

Normales Schießen gegen zurückgehendes Ziel mit Bz. (133, 134).

Stellungswechsel.

II. Verdeckt stehende Batterie zu 6 auf einer stark überragenden Anhöhe. E = 2500 bis 3000.

Vor der eigenen Batterie liegt auch eine Deckung. Geländewinkel kann nicht ermittelt werden (115). — Beobachtung der Schüsse gegen das Ziel selbst nicht möglich (106). — Hülfsziel in der Flanke der Batterie und Richtfläche (198 und 219; dann 144 bis 148).

16. Aufgabe.

I. Infanterie, feuerthätig gegen eigene Infanterie. Anfangs-E unter 1500.

Man kommt während des Einschießens auf eine E über 1500: Feuer bleibt vertheilt.

II. Zurückgehende Infanterie in Linie. Anfangs-E = 2000.

Es sind nunmehr Sprenggranaten zur Verfügung. (Mit Az. feuern!) — Normales Feuer gegen ein zurückgehendes Ziel (125, 126).

Digitized by

17. Aufgabe.

I. Halbverdeckte Batterie zu 8. E über 3000.

Schwierige Beobachtung, Gabelbildung mit Salven (71). — Normaler Uebergang zum Bz. — Man erhält eine im Allgemeinen zu niedere Sprengpunktslage (58 Schlußſatz, 89).

Stellungswechſel.

II. Schützenlinie, feuerthätig gegen eigene Infanterie. E = 1000 bis 1500.

Es ſind beim Uebergang auf ein nahes Ziel Aufſchlaggeſchoſſe geladen. Nach dem erſten Schuß (auch wenn dieſer fraglich) das Kommando zum Bz. geben (101 bis 103).

18. Aufgabe.

I. Freiſtehende Batterie zu 6. E über 3000.

Es ſtehen nur Sprenggranaten zur Verfügung. (Gegen dieſes Ziel mit Az. zu verfeuern.) Enge Gabel gelungen (85).

II. Schützen, ruhend hinter einer ſtark profilirten Deckung. (Sprenggranaten.) E = 2500 bis 3000.

Es gelingt — bei ſchwierigen Beobachtungsverhältniſſen — nur die Bildung einer weiten Gabel (109, 113).

19. Aufgabe.

I. Halbverdeckte Batterie zu 6. E = 2500 bis 3000.

Falſche Gabelbildung (wirkliche E größer als die erſchoſſene). — Alle Reſt-Az.-Schüſſe davor. — Normale Sprengpunktslage (86). — Man kann im Verlaufe des Schießens keine Sprengpunkte in Verbindung mit dem Ziel bringen: Hülfsbeobachter (65). — Es ergeben ſich nach den Meldungen des Hülfsbeobachters auf beiden Streu-E nur ungünſtige Sprengweiten (weit davor): neue Gabel mit Az. (96).

II. Feuernde Schützen. E unter 1000 bis einſchl. 400.

Verfahren nach 101 bis 103. Der erſte auf das Ziel abgegebene Schuß iſt ein Treffer oder liegt dicht davor (102, 2).

Digitized by

20. Aufgabe.

I. Eingeschnittene Batterie zu 8. E über 3000.

Beleuchtung bezw. Aufsuchen des Ziels durch Einzelschüsse mit wechselnder Erhöhung und Seitenrichtung bezw. Salven mit vertheiltem Feuer (55).

II. Batterie auf einer Höhe, vor und hinter welcher tiefe Thaleinschnitte. E = 3500 bis 4000.

Schüsse entziehen sich völlig dem Auge (54, 3). Trotz Anwendung der hier angegebenen Hülfsmittel werden immer noch zahlreiche Schüsse fraglich beobachtet: man muß sich mit einer Gabel in weiteren Grenzen begnügen (54, 4).

21. Aufgabe.

I. Batterie im Trabe, in Bewegung gerade auf die Batterie zu. Anfangs-E über 2500.

Man beobachtet den ersten Schuß „nicht weit davor" (120, dann 128 bis 131).

II. Infanterielinie (tiefer liegend) nahe hinter einer Hecke, vom Geschütz aus nicht, aber vom Munitionswagen aus sichtbar. E = 2000 bis 2500.

Die Beobachtung der Schüsse gegen das Ziel selbst ist möglich. Der Geländewinkel kann ermittelt werden (86 bis 96). Hülfsziel: großer Busch in der Hecke; die Feuervertheilung läßt sich durch deutlich erkennbare Punkte in der Hecke selbst regeln (217).

22. Aufgabe.

I. Freistehende Batterie zu 6 auf einer Höhe. E unter 3000.

Möglichkeit der Beobachtung des Maßes der Abweichung (52 bezw. 77). — Normaler Uebergang zum Bz. — Sprengpunkte unter und vor dem Ziel; es sind mehrere Platten erforderlich; wegen dieser Platten nicht zurück (59, 89).

II. Neben dieser Batterie fährt eine andere zu 6 — anscheinend in gleicher Höhe — auf.

Uebergang im Bz. nach E.-R. 142, 1.

Digitized by Google

23. Aufgabe.

I. Schützen, ruhend hinter einer stark profilirten Deckung. (Sprenggranaten.) E = 2500 bis 3000.

Falsche Gabel: 4 —, 1 + (dieser falsch, in Wirklichkeit auch —); 3 Davorschüsse: 50 m vor (82); abermals 3 Davorschüsse: neue Gabel (83). Im Uebrigen 107 bis 113.

II. Feuernde Schützen. E zwischen 400 und 1000.

Die Batterie geht zu Az. über (98). Der erste Schuß liegt dahinter (99 bis 100).

24. Aufgabe.

I. Batterie in Kolonne zu Einem, sich im Trabe schräg seitwärts bewegend. Anfangs-E = 3000; Bewegungsrichtung gegen die Batterie zu.

Es sind augenblicklich nur Sprenggranaten zur Verfügung. (Mit Az. feuern!)

Verfahren nach 127. (Bei Schrittbewegung 5, bei Trab 10, bei Galopp 15 Theile Seitenverschiebung nach der betreffenden Seite kommandiren.)

Stellungswechsel.

II. Bedeutend tiefer liegende Infanterielinie, in einer Geländewelle gedeckt. E = 2000 bis 2500.

Deckung liegt auch vor der eigenen Batterie. Die Batterie hat sich inzwischen mit Schrapnels ergänzt.

Beobachtung der Schüsse gegen das Ziel selbst nicht möglich (106). — Geländewinkel kann nicht ermittelt werden (115). — Hülfsziel vorwärts seitlich des Ziels und Richtfläche (218, dann 144 bis 148).

25. Aufgabe.

I. Eingeschnittene Batterie zu 6. E unter 2500.

Man erhält die ersten Gabelschüsse „fraglich", und zwar weil die Schüsse zu weit seitlich des Ziels liegen. Eine Kontrole des Einschießpunktes ergiebt eine unrichtige Zielauffassung (54, 2).

II. Feuernde Schützen. E zwischen 1000 und 1500.

Verfahren nach 101 bis 194. Während des Bz.-Feuers erkennt man mit Sicherheit, daß die Sprengweiten zu groß sind.

Digitized by

26. Aufgabe.

I. Halbverdeckte Batterie zu 4. E unter 3000.

Das Ziel ist sehr schwer aufzufinden; es muß erst aufgesucht werden (55). — Es gelingt, nur eine Gabel in weiteren Grenzen zu bilden (54, 4 bezw. 92).

II. Angreifende Kavallerie. Anfangs-E = 2000; dann bis in die Batterie.

Verfahren nach 132; dann Uebergang zu Kartätschen, während noch eine andere Geschoßart im Rohr: daher Probeschüsse (137, 138).

27. Aufgabe.

I. Freistehende Batterie zu 6 auf einer Anhöhe. Geschätzte E über 4200. (E.-R. 113, 7.)

Man kommt während des Einschießens auf eine E unter 4200: Libelle bleibt 25, falls eine Plattenkorrektur nicht beabsichtigt ist.

II. Schützen, ruhend hinter einer stark profilirten Deckung. (Sprenggranaten.) E = 2500 bis 3000.

Falsche Gabel: 4 +, 1 — (dieser falsch und in Wirklichkeit auch +). 3 „Dahinter"-Schüsse: 50 m zurück (82). Abermals 3 „Dahinter"-Schüsse: neue Gabel (83). Im Uebrigen 107 bis 113.

28. Aufgabe.

I. Bataillon in Doppelkolonne, tiefer stehend als die Batterie. Geschätzte E = 4000.

Man kommt während des Einschießens auf eine Entfernung über 4200. Die Libellenabweichung bleibt die vorher ermittelte oder kommandirte. (E.-R. Seite 58 oben.) Weiter wird zu erwägen sein, ob man so nahe an der Grenze des Schrapnels-Bz.-Bereichs noch mit Brennzünder feuert. Bei nicht ganz normal brennenden Zündern ist die Wirkung unsicher.

II. Feuernde Schützen. E zwischen 1000 und 1500.

Man erräth gleich auf den ersten Schuß so ziemlich die Entfernung und verbleibt zunächst auf dieser (102). Die Visirklappe reichte zur Beseitigung von Aufschlägen nicht aus (103). Im weiteren Verlauf des Schießens bemerkt man zu viel Sprengpunkte hinter dem Ziel (104).

Digitized by Google

29. Aufgabe.

I. Halbverdeckte Batterie zu 6. E unter 3000.

100er Gabel gelingt. Reſt-Az.-Schüſſe überwiegend dahinter. Sprengpunktslage zu tief (59, dann 89). Es erweiſt ſich ſchon die kurze Gabelentfernung als zu weit, da von den 6 Sprengpunkten einer Lage mehr als einer hinter dem Ziel liegt (64): es wird das Feuer nur auf einer um 100 m kürzeren E fortgeſetzt (95).

II. Schützen, ruhend hinter einer ſtark profilirten Deckung. (Sprenggranaten.) E unter 2500.

Falſche Gabel: 4 —, 1 + (dieſer falſch und in Wirklichkeit auch —). Die Unrichtigkeit der Gabel wird auch während des genauen Einſchießens — infolge weiterer falſcher Beobachtungen — nicht erkannt. Man erhält ſchließlich auf allen Streu-E nur Sprengpunkte vor dem Ziel: neue Gabel (112, 3).

30. Aufgabe.

I. Freiſtehende Batterie zu 4. E unter 4000.

Es iſt mit Sprenggranaten zu feuern (Az.). Die Bildung der engen Gabel iſt nicht gelungen: man hält den Raum zwiſchen der ermittelten weiten Gabel durch Vor- und Zurückgehen um je 50 m unter Feuer (85).

Die Rohre wurden eben durch eine Salve frei.

II. Angreifende Kavallerie. Anfangs-E unter 1000. 137, 138.

Die Abgabe von Probeſchüſſen iſt unſtatthaft, da nur Kartätſchen geladen ſind.

31. Aufgabe.

I. Schützenlinien in drei Reihen hinter- und übereinander. E zwiſchen 1500 und 2000.

Sind die Linien nahe hintereinander, ſo betrachtet man ſie als ein Ziel, ſchließt ſie in eine Gabel ein und ſtreut das Gelände dazwiſchen mit Bz.-Lagen ab.

Sind die Linien weit voneinander ab, ſo wendet man ſich zuerſt gegen die nächſte (gefährlichſte), ſpäter gegen die zweite, ſchließlich gegen die dritte, und zwar unter Beibehalt des Bz. und Berückſichtigung der Entfernung der Linien voneinander.

Digitized by Google

Wenn gerade die Rohre alle oder zum größten Theil frei:

II. Feuernde Schützen. E = 300 m und darunter.

Es wird mit Kartätschen oder Az. geschützweise über Visir und Korn gefeuert (105).

32. Aufgabe.

I. Schützen, ruhend hinter einer stark profilirten Deckung. (Sprenggranaten.) E = 2000 bis 2500.

Falsche Gabel: 4 +, 1 — (dieser falsch und in Wirklichkeit auch +). Die Unrichtigkeit der Gabel wird auch während des genauen Einschießens — infolge weiterer falscher Beobachtungen — nicht erkannt. Infolge dessen erhält man auf allen Streu-E nur Sprengpunkte hinter dem Ziel: neue Gabel (112, 3).

II. Kavallerie angreifend. Anfangs-E über 1500.

Abwehr mit Sprenggranaten Az. (98 bezw. 119 bis 124; 137, 138).

Schlußwort.

In der vorgeschilderten Weise habe ich das Schießspiel als Lehrer an der Kgl. Artillerie- und Ingenieurschule mit einem Unterrichtskurs selbst betrieben. Es hat allgemein außerordentlichen Anklang gefunden. Mein Nachfolger hat diese Art des Spieles von mir übernommen und auch bereits einem Kurs zahlreiche Schießbeispiele an dem Apparat vorgeführt. Die ganze Methode hat also eine zweijährige Praxis hinter sich, auf Grund deren ich mir erlaube, den höchst einfachen Apparat und seine Handhabung der Oeffentlichkeit zu übergeben, hoffend, damit den Kameraden der Waffe einen kleinen Dienst zu erweisen.

Digitized by Google

XVII.

Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve.

Von

E. Dekinghaus,

Lehrer an der Königlichen Baugewerkſchule in Königsberg . Pr

[Fortſetzung.]

(Mit einer Tafel.)

Zuſatz zu den Gasdruckgleichungen.

Die allgemeinen Gleichungen für den Gasdruck im Geſchützrohr ſind noch verſchiedener Transformationen fähig, von welchen beſonders diejenige die wichtigſte iſt, die die Kenntniß der Verbrennungsgeſchwindigkeit des Pulvers zur Vorausſetzung hat. Die Einführung dieſer wichtigen Größe gewährt zugleich eine größere Einheit in den Berechnungen und außerdem einen ſicheren Schluß auf die Größe der Aenderungen der Wirkungsweiſe verſchiedener Pulverſorten.

Demnach hat man gemäß der Formel

$$t = \sqrt[4]{\frac{Q}{\varrho}}$$

die Konſtante ρ und die Verbrennungszeit t der Pulvermenge Q durch einen Verſuch zu beſtimmen und die gefundenen Werthe bei den analogen Verſuchen mit derſelben Sorte für andere Geſchützverhältniſſe zu Grunde zu legen.

Die Relation

$$Q : Q_1 = t^4 : t_1^4$$

zeigt die enorme Verbrennungsſchnelligkeit des Pulvers, wonach in 2, 3, 4 Sekunden das 16-, 81-, 256fache des Pulverquantums der ſekundlichen Verbrennungsquantität ſich in Gas verwandelt.

Digitized by

Wir fanden auf Seite 311, daß 18,5 kg Würfelpulver in dem betreffenden Geſchütz in $^1/_{57}$ Sekunde verbrannt ſind, demnach iſt die Verbrennungszeit für Q kg Pulver derſelben Sorte

$$t = \frac{1}{57}\sqrt[4]{\frac{Q}{18{,}5}} \text{ Sekunden.}$$

In der Formel 279) ſetzen wir alſo ſtatt $\sqrt[4]{\frac{Q}{\varrho}}$ den gleichwerthigen Ausdruck $\frac{1}{57}\sqrt[4]{\frac{Q}{18{,}5}}$, entnehmen weiter aus der Formel

$$\text{Gasdruck} = \frac{k\,Q \cdot 1000}{\omega\,a \cdot 10325},$$

welche uns den Maximalgasdruck für den anfänglichen Verbrennungsraum ωa liefert, den Werth k und ſetzen dies in die Formel für x_1 ein. Wir erhalten

$$x_1 = \frac{1}{57}\sqrt[4]{\frac{Q}{18{,}5}}\sqrt{\frac{\omega\,a \cdot 10325 \cdot g \cdot \text{Gasdruck}}{1000\,(G+Q)}}\left(1 + \frac{1}{8}\cdot\frac{Q}{G+Q} + \ldots\right).$$

Wir wählen als Beiſpiel nach Seite 315:

$$G = 6{,}9\text{ kg},\quad Q = 0{,}6\text{ kg},\quad \omega a = 1{,}053\text{ cdm},$$
$$\text{Gasdruck} = 1500,\quad l = 1{,}886\text{ m}$$

und erhalten

$$\frac{x_1}{l} = 0{,}2377,$$

ein Werth, der von dem früher berechneten $\frac{x_1}{l} = \frac{1}{4}$ wenig entfernt iſt. Für 1600 Atmoſphären Gasdruck würde $\frac{x_1}{l} = 0{,}2455$ ſein. Die Verbrennungszeit haben wir (S. 316) auf 0,0077 (nicht 0,077) Sek. berechnet, innerhalb welcher Zeit 0,6 kg Pulver ſich in Gas auflöſten.

In gleicher Weiſe beſtimmten wir die Verbrennungszeit von 18,5 kg eines anderen Pulvers auf $^1/_{57} = 0{,}017$ Sekunden.

Um nachzuſehen, inwieweit die obige Proportion

$$t : t_1 = \sqrt[4]{Q} : \sqrt[4]{Q_1}$$

dies beſtätigt, haben wir

$$0{,}0077 : 0{,}017 = \sqrt[4]{0{,}6} : \sqrt[4]{18{,}5}.$$

Das erſte Verhältniß iſt etwa 1 : 2,2, das zweite ungefähr 1 : 2,3, da die Qualitäten des Pulvers verſchieden ſind.

Digitized by Google

Setzen wir in der vorigen Formel anstatt des Gasdruckes den Werth desselben aus 287)

$$\text{Gasdruck} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 1000 \cdot (G + Q)\, v_0^2\, (1 + \sigma)}{10325\, \omega a \cdot g \left(\lambda^2 + \frac{1}{3} \frac{G + Q}{G} \ln \frac{l}{x_l}\right)},$$

worin σ als Reibungsgröße etwa 1 oder 1½ pCt. des Gasdruckes beträgt, so folgt

$$x_l = \frac{v_0 \sqrt{1 + \sigma}}{3 \cdot 57 \sqrt{\lambda^2 + \frac{4}{3} \frac{G + Q}{G} \ln \frac{l}{x_l}}} \sqrt[4]{\frac{Q}{18{,}5}} \left(1 + \frac{1}{8} \frac{Q}{G + Q} \cdot \cdot\right),$$

eine in Bezug auf x_l transzendente Gleichung.

Beispiel (s. Seite 310):

$v_0 = 260$ m, $G = 300$ kg, $Q = 18{,}5$ kg Würfelpulver,

$\sigma = 0$, $l = 2{,}85$ m.

Man findet für die Verbrennungsstrecke

$$x_l = 0{,}95 \text{ m}.$$

Ferner (Seite 312):

$v_0 = 633$ m, $G = 215$ kg, $Q = 115$ kg, P.P. C/82 $l = 8{,}88$ m.

Man hat

$$x_l = 3{,}5 \text{ m}.$$

Ebenso für

$v_0 = 669$, $G = 6$ kg, $Q = 1{,}20$ kg W.P. C/89 von Köln-Rottweil

$l = 3$ m,

x_l nahezu $= 1$ m.

Die obigen Formeln zeigen also in ihren Anwendungen auf die früher durchgerechneten Beispiele eine verhältnißmäßig gute Uebereinstimmung, und es scheint demnach die oben berechnete Gasentwickelungsgeschwindigkeit auch nahezu für die anderen Pulversorten zuzutreffen.

Wir können endlich auch noch den Gasdruck durch eine transzendente Gleichung berechnen:

$$\text{Gasdruck} \left(\lambda^2 + \frac{2}{3} \frac{G + Q}{G} \ln \left\{ \frac{57^2\, l^2 \cdot 6 \cdot 1000 \cdot \sqrt{18{,}5}\, (G + Q)}{\text{Gasdruck}\, \omega a\, 10325\, g \sqrt{Q} \left(1 + \frac{1}{8} \frac{Q}{G + Q} \cdot \cdot\right)^2} \right\} \right)$$

$$= \frac{2\, v_0^2\, G + Q)\, (1 + \sigma)}{3 \cdot 10325 \cdot \omega a \cdot g}.$$

Digitized by Google

Aufgabe: Wie groß ist der Gasdruck in der 24 cm Kanone L/40, wenn die Panzergranate 215 kg, das Pulvergewicht Q = 115 kg (P. P. C/82), der anfängliche Verbrennungsraum ωa = 108,7 cdm, die Seelenlänge l = 8,88 m und die Anfangsgeschwindigkeit v_0 = 633 m beträgt?

Ohne Rücksicht auf Reibung ($\sigma = 0$) finden wir nahezu den

Gasdruck = 2550 Atmosphären,

was mit dem Resultat auf Seite 312 übereinstimmt.

Kruppsche 40 cm Kanone: Seelenlänge l = 12,7 m, Pulversorte P. P. C/82 D I., Ladung Q = 330 kg, Geschoßgewicht G = 1050 kg, anfänglicher Verbrennungsraum ωa = 384,3 cdm, Anfangsgeschwindigkeit v_0 = 529 m, Gasdruck nach dem Rodmann- und Stauchapparat 2620 bezw. 2545 Atmosphären.

Es ist zunächst $\lambda = 1{,}085\ldots$, $\lambda^2 = 1{,}1776$

$$\lambda' = 1 + 0{,}125\,\frac{Q}{G+Q} + 0{,}046\,\frac{Q^2}{(G+Q)^2}\ldots = 1{,}034$$

$$x_1 = \lambda'\, t \sqrt{\frac{g \cdot \omega a}{6\,(G+Q)} \cdot 10{,}325 \cdot \text{Gasdruck}}.$$

Der Gasdruck sei zu 2600 Atmosphären angenommen. Dann ist x_1 = 114,3 t, und Formel 287) liefert $l = 2{,}172 \cdot x_1$. Mithin ist die Verbrennungsstrecke x_1 = 5,84 m, die Verbrennungszeit der 330 kg 0,051 Sekunden; eine verhältnißmäßig größere Zeit, die einen langsameren Verbrennungsprozeß voraussetzt.

Wir deuten noch kurz die Differentialgleichung des Gasdruckes mit Rücksicht auf Reibung an. Man vgl. Cranz a. a. O., v. Scheve, Archiv 1890, Januar.

Für den paraboliſchen Drall folgen die Züge der Gleichung

$$(x + b)^2 = 2p\,(y + a),$$

wonach der Drall in a, b beginnt. Der Drallwinkel im Punkt x y ist also

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{x+b}{p} = \frac{dy}{dx}.$$

Die Formel 274) schreiben wir, wie folgt:

$$\frac{M\,d^2x}{dt^2} = \frac{k\varrho t^4}{x},\quad M = \frac{G + Q - \varrho t^4}{g} = \text{Masse}.$$

Die x Komponente des Druckes N auf die Züge ist $-N \sin\alpha$, diejenige der Reibung N f ist $-N f \cos\alpha$, mithin ist

Digitized by Google

$$\frac{d^2 x}{d t^2} = \frac{k \varrho t^4}{M x} - \frac{N (\sin \alpha + f \cos \alpha) g}{G},$$

f ist der Reibungskoeffizient.

Bei der Reibung wollen wir nur das Gewicht G oder die Masse G/g in Betracht ziehen.

Die Drehungsbeschleunigung ist, wenn das Geschoß während dt sich um $d\varphi$ gedreht hat und der Geschoßhalbmesser = r ist, gleich Moment der Kraft durch Trägheitsmoment $\frac{G k'^2}{g}$.

Die Drehungsmomente des Druckes und der Reibung sind

$$N \cos \alpha \cdot r - N f \cdot \sin \alpha \, r,$$

demnach

$$\frac{G k'^2}{g} \frac{d^2 \varphi}{d t^2} = r N (\cos \alpha - f \sin \alpha).$$

Der Weg eines Punktes des Geschoßumfanges ist $r \varphi$ oder = a + y, also ist

$$\frac{r \, d \varphi}{d t} = \frac{d y}{d t} = \frac{x + b}{p} \cdot \frac{d x}{d t},$$

mithin

$$\frac{r \, d^2 \varphi}{d t^2} = \operatorname{tg} \alpha \frac{d^2 x}{d t^2} + \frac{v^2}{p}.$$

Die Elimination von $\frac{d^2 \varphi}{d t^2}$ und N aus den letzten drei Gleichungen führt wegen $p \operatorname{tg} \alpha = x + b$ auf

$$\frac{d^2 x}{d t^2} = \frac{k g \varrho t^4}{x (G + Q - \varrho t^4)} - \frac{k'^2}{r^2} \operatorname{tg} \alpha \frac{\operatorname{tg} \alpha + f}{1 - f \operatorname{tg} \alpha} \left(\frac{d^2 x}{d t^2} + \frac{d x^2}{d t^2} \cdot \frac{1}{x + b} \right),$$

oder auf

$$\frac{d^2 x}{d t^2} \left(1 + \frac{k'^2}{r^2} \operatorname{tg} \alpha \frac{\operatorname{tg} \alpha + f}{1 - f \operatorname{tg} \alpha} \right) = \frac{k g \varrho t^2}{x (G + Q - \varrho t^4)} - \frac{k'^2}{p r^2} \frac{\operatorname{tg} \alpha + f}{1 - f \operatorname{tg} \alpha} \left(\frac{d x}{d t} \right)^2,$$

worin die Variable α durch $\operatorname{tg} \alpha = \frac{x + b}{p}$ auszudrücken ist. k' ist der Trägheitshalbmesser.

Der Fall eines paraboliſchen Dralls führt, wie man ſieht, auf eine ſehr zuſammengeſetzte Differentialgleichung. Einfacher wird ſie, wenn die Züge geradlinig verlaufen oder die Parabel einen unendlich großen Parameter p hat, indem alsdann das letzte Glied verſchwindet.

Digitized by Google

α ist dann konstant und man kann setzen

$$\sigma = \frac{k'^2}{r^2} \operatorname{tg} \alpha \frac{\operatorname{tg} \alpha + f}{1 - f \operatorname{tg} \alpha},$$

also

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{k g \varrho t^4}{x (G + Q - \varrho t^4)} \cdot \frac{1}{1 + \sigma}.$$

Das Verhältniß $\frac{k'^2}{r^2}$ ist bei einem massiven Cylindergeschoß $= 1/2$, f ungefähr 0,2. Danach ist beim Drallwinkel $\alpha = 6°$, $\sigma = \frac{1{,}5}{100}$ oder ungefähr $1\,1/2$ pCt.

Man kann den Ausdruck der Reibung $1 + \sigma$ sofort in die früheren Formeln von 272 an einführen, wenn man überall da, wo g auftritt, statt dessen $\frac{g}{1 + \sigma}$ setzt. Damit ist die Reibung für mittlere Werthe des veränderlichen Drallwinkels hinreichend genau berücksichtigt.

XXVIII. Geometrische Auflösung der Hauptaufgabe der Ballistik.

Wir geben im Nachfolgenden eine Methode zur Bestimmung des Erhöhungswinkels eines Geschützes, unter welchem ein stehendes oder liegendes Ziel getroffen werden soll. Die analytische Lösung dieser wichtigen Aufgabe führt auf eine biquadratische Gleichung, deren Auflösung umständlich ist, weshalb wir hier eine geometrische Methode skizziren, die ebenso einfach wie elegant ist.

Wir behandeln zuerst den Fall für ein liegendes Ziel und legen die frühere Formel

$$W = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{4}{3} U_0 \sin \alpha}$$

der Konstruktion zu Grunde.

Das zu treffende Ziel hat die Entfernung W. Die Anfangsgeschwindigkeit v_0 und die Widerstandskonstante U_0 für diese Erhöhung sind bekannt. Gesucht wird α.

Die betreffende Gleichung ist

$$\frac{W g}{v_0^2} + \frac{4}{3} \frac{U_0}{v_0^2} W \sin \alpha - \sin 2\alpha = 0.$$

Digitized by Google

Sie ist vom vierten Grade, wovon zwei Wurzeln der Aufgabe genügen.

Die geometrische Auflösung wird vermittelt durch eine gleichseitige Hyperbel, die von einem Kreise in vier Punkten geschnitten wird.

Wir bezeichnen den Radius des Kreises mit s, die Entfernung seines Mittelpunktes vom Mittelpunkt der Hyperbel mit R, den Winkel zwischen R und der großen Achse mit φ, die Radienvektoren vom Hyperbelmittelpunkt nach den Schnittpunkten beider Kurven mit r_1 r_2 2c., die Winkel dieser mit R durch α_1 α_2 2c. und endlich noch den Winkel zwischen r und der großen Achse mit Θ. (Fig. 1.)

Die Gleichung der Hyperbel ist

$$x^2 - y^2 = a^2,$$

oder wegen

$$x = r\cos\Theta,\ y = r\sin\Theta,$$

$$r^2\cos 2\Theta = a^2.$$

Unmittelbar aus der Figur liest man ab

$$R\sin\varphi - r\sin\Theta = s\sin(\varphi-\alpha),$$
$$R\cos\varphi + r\cos\Theta = s\cos(\varphi-\alpha).$$

Die Elimination von Θ führt auf folgende Gleichung:

295) $$\frac{a^2}{s^2} - \frac{R^2}{s^2}\cos 2\varphi + \frac{2R}{s}\sin 2\varphi\cdot\sin\alpha + \frac{2R}{s}\cos 2\varphi\cos\alpha$$
$$- \sin 2\varphi\sin 2\alpha - \cos 2\varphi\cos 2\alpha = 0.$$

In derselben ist bekannt: a, s, R φ, unbekannt sind die vier Werthe α_1 α_2 2c. Wir vereinfachen diese Gleichung, indem wir setzen

$$\varphi = 45°$$

Die Centrale R beider Kurven fällt also in eine Asymptote und man hat

$$\frac{a^2}{s^2} + \frac{2R}{s}\sin\alpha - \sin 2\alpha = 0.$$

Wir identifiziren diese Kegelschnittsgleichung mit der vorhergehenden ballistischen, indem wir die Bedingungen

$$\frac{a^2}{s^2} = \frac{Wg}{v_0^2},\quad \frac{2R}{s} = \frac{4U_0 W}{3v_0^2},$$

Digitized by G

einführen, woraus sich die folgenden Relationen bilden lassen:

$$296) \qquad \frac{R}{a} = \frac{2U_0}{3v_0}\sqrt{\frac{W}{g}}, \quad \frac{s}{a} = \frac{v_0}{\sqrt{Wg}},$$
$$\frac{Rs}{a^2} = \frac{2}{3}\frac{U_0}{g}.$$

Diese Gleichungen geben uns die Lösung des Problems: Aus der Anfangsgeschwindigkeit v_0, der Wurfweite W und der Beschleunigungskonstante U_0 die beiden Elevationen zu konstruiren, unter welchen das in der Wurfweite W liegende Ziel getroffen wird.

Die Auflösung würde sich also, wie folgt, gestalten:

Man zeichne ein für alle mal eine feste gleichseitige Hyperbel $x^2 - y^2 = a^2$ mit beliebiger Halbachse a, deren Größe also bekannt oder passend zu bestimmen ist, berechne ferner nach der Formel $\frac{R}{a} = \frac{2U_0}{3v_0}\sqrt{\frac{W}{g}}$ die Centrale R und trage sie vom Hyperbelmittelpunkt aus auf der Asymptote nach rechts oben ab, beschreibe um den zweiten Endpunkt der Centrale mit $s = a \cdot \frac{v_0}{\sqrt{Wg}}$ einen Kreis und ziehe endlich vom Kreismittelpunkt nach den Schnittpunkten des Kreises mit dem linksseitigen Hyperbelast die Radien. Diese beiden Radien schließen mit der Centrale oder mit der genannten Asymptote die beiden gesuchten Erhöhungswinkel ein, unter welchen das in der Entfernung W liegende Ziel getroffen wird.

Wir geben ein Beispiel:

Es sollen die beiden Elevationswinkel α_1 α_2 konstruirt werden, unter welchen mit einer Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 632{,}456$ m und Widerstandskonstante $U_0 = 11{,}18035$ m $= 5\sqrt{5}$ die Wurfweite von 20000 m erreicht wird.

Wir nehmen in der Zeichnung $a = 6$ an und erhalten in diesen Einheiten

$$R = \sqrt{10}, \quad s = 6\sqrt{6} \quad (\text{es ist } 2Wg = v_0^2).$$

In diesem Falle ist zufällig die Exzentrizität der Hülfshyperbel gleich dem Radius des Kreises. Mit diesem sind dann die beiden gesuchten Winkel vollständig bekannt und können aus der Figur abgemessen werden.

Die kubische Resolvente der obigen biquadratischen Gleichung ist nach 92) für $i = 0$

Digitized by Google

297) $$\cos\gamma^3 - \frac{Wg}{v_0^2}\cos\gamma^2 + \left(\tfrac{1}{9}\frac{W^2 U_0^2}{v_0^4} - 1\right)\cos\gamma + \frac{Wg}{v_0^2} = 0,$$

worin die Wurzeln $\gamma_1\ \gamma_2\ \gamma_3$ die Winkel sind, die die gegenüberliegenden Seiten und die Diagonalen des Kreisvierseits miteinander bilden. Lösen wir die auf das obige Beispiel bezügliche Gleichung

$$\cos\gamma^3 - \tfrac{1}{2}\cos\gamma^2 - \tfrac{3}{36}\cos\gamma + \tfrac{1}{2} = 0$$

auf, so finden wir

$$\cos\gamma_1 = \tfrac{2}{3},\ \cos\gamma_2 = \frac{\sqrt{109}-1}{12},\ \cos\gamma_3 = -\frac{\sqrt{109}+1}{12},$$

also

$$\gamma_1 = 48°\ 10',\quad \gamma_2 = 38°\ 10',\quad \gamma_3 = 17°\ 30',$$

γ_1 ist der spitze Winkel, den die Diagonalen $P_1 P_3$, $P_2 P_4$ des Kreisvierecks miteinander einschließen, γ_2 ist in der Figur angegeben, γ_3, das in der Gleichung als $180 - \gamma_3$ erscheint, denke man sich ebenfalls in der Figur durch einen spitzen Winkel bezeichnet.

Dann ist nach 94)

298) $$\alpha_1 = 45° - \tfrac{1}{2}(\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3) = 41°\ 15',$$
$$\alpha_2 = 45° - \tfrac{1}{2}(\gamma_1 - \gamma_2 + \gamma_3) = 31°\ 15',$$

also $$\alpha_1 + \alpha_2 = 90 - \gamma_3.$$

Die Summe der Erhöhungswinkel gleicher Schußweiten ist um den Winkel γ_3, den die Kreissehnen $P_1 P_2$, $P_3 P_4$ der getrennten Hyperbeläste miteinander bilden, kleiner als 90°.

Diese Konstruktion der Erhöhungswinkel vermittelst einer Hyperbel läßt an Einfachheit nichts zu wünschen übrig, und es ist von Interesse, zu sehen, wie darin die ballistische Hyperbel durch ihre Verwandte, die gleichseitige Hyperbel, unterstützt wird.

Es würde nun von Werth sein, wenn die durchgeführte Konstruktion auch die entsprechenden Fallwinkel lieferte.

Wir bezeichnen den Winkel, den der Radiusvektor r der Hyperbel nach dem ersten Schnittpunkt (α_1) mit der obigen Asymptote bildet, mit β und haben für ihn die Relation

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{s\sin\alpha}{s\cos\alpha - R}$$

d. i. nach Einsetzen des Verhältnisses

$$\frac{R}{s} = \tfrac{2}{3}\frac{U_0 W}{v_0^2} \text{ d. i. wegen } W = \frac{v_0^2}{g}\frac{\sin 2\alpha}{1 + k\sin\alpha}$$

Digitized by Google

vermöge

$$\frac{R}{s} = \frac{k \sin \alpha \cos \alpha}{1 + k \sin \varphi}$$

die Formel für den Fallwinkel

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha \, (1 + k \sin \alpha).$$

Damit liefert die gleichseitige Hyperbel nicht bloß die Erhöhungs-, sondern auch die Fallwinkel der Bewegung, und man hat also nur die beiden Schnittpunkte des Kreises im linken Hyperbelast mit dem Mittelpunkt der letzteren zu verbinden, um in der Neigung beider Radien gegen die betreffende Asymptote die entsprechenden Fallwinkel der Elevationen α_1 und α_2 zu erhalten, ein, wie es scheint, sehr anregendes Resultat. Auch der Ausdruck $k = \frac{4}{3} \frac{U_0}{g}$ läßt sich durch ein Linearverhältniß darstellen; errichtet man nämlich im Kreismittelpunkt eine Senkrechte s_1 zur Asymptote bis zum Durchschnitt mit dem rechtsseitigen Hyperbelast, so ist $\frac{s}{s_1} = k$.

Der Werth der für einen speziellen Fall durchgeführten Konstruktion erhöht sich aber wesentlich dadurch, daß dieselbe auch für den allgemeinsten Fall, für stehende Ziele, durchführbar ist.

Die allgemeine Aufgabe stellt sich also nunmehr, wie folgt:

Ein aus der Ebene hervorragendes Ziel soll durch einen Schuß getroffen werden; es sind die bezüglichen Erhöhungs- oder Abgangswinkel α_1 α_2 durch Konstruktion zu bestimmen.

Der betreffende Zielpunkt habe die Koordinaten x y. Die direkte Verbindungsgerade zwischen Geschützmündung und Zielpunkt sei im Anschluß an das Vorhergehende mit W_1 bezeichnet, und der Terrainwinkel i ist demnach durch $\operatorname{tg} i = y/x$ bekannt.

Wir benutzen nun die Formel 91)

$$W_1 = \frac{2 v_0^2 \cos \alpha}{g} \frac{1}{\frac{\cos i^2}{\sin (\alpha - i)} + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \cos i},$$

lösen sie nach α auf:

$$299) \quad \sin i + \frac{W_1 g}{v_0^2} \cos i^2 + \frac{4}{3} \frac{W_1 U_0}{v_0^2} \cos i^2 \sin \alpha - \frac{4}{3} \frac{W_0 U_0}{v_0^2} \cos i \sin i \cos \alpha$$
$$- \cos i \sin 2\alpha + \sin i \cos 2\alpha = 0,$$

und bringen sie mit der obigen Kreis-Kegelschnittsgleichung dadurch zur Identität, daß wir in letztere einsetzen

$$\varphi = 45° + \tfrac{1}{2}\,i, \quad \text{also } 2\varphi = 90° + i.$$

Sie transformirt sich dadurch in

$$300) \quad \frac{a^2}{s^2} + \frac{R^2}{s^2}\sin i + \frac{2R}{s}\cos i \sin\alpha - \frac{2R}{s}\sin i\cos\alpha - \cos i \sin 2\alpha + \sin i \cos 2\alpha = 0.$$

Nach Gleichsetzen der entsprechenden Koeffizienten von sin und cos aus den beiden letzten Hauptgleichungen erhalten wir die Bedingungsgleichungen

$$301) \quad \frac{R}{s} = \tfrac{2}{3}\,\frac{U_0\,W_i}{v_0^2}\cos i,$$

$$\frac{a^2}{s^2} = \frac{W_i\,g}{v_0^2}\cos i^2 + \sin i\left(1 - \tfrac{4}{3}\,\frac{U_0^2\,W_i^2}{v_0^4}\cos i^2\right),$$

$$\varphi = 45 + \tfrac{1}{2}\,i.$$

Hiernach sind die Verhältnisse der Elemente zur Konstruktion des Kreises vom Halbmesser s, der Centrale R nebst Polarwinkel φ bekannt. Die unveränderliche gleichseitige Hyperbel kommt also auch jetzt wieder zur Verwendung.

Die Konstruktion ist analog der früheren:

Gesucht werden die beiden Erhöhungswinkel, unter welchen ein stehendes Ziel x y oder W_i (i) getroffen werden soll.

W_i ist die direkte Entfernung und i der Neigungs- oder Terrainwinkel derselben gegen den Horizont, positiv nach oben, negativ nach unten.

Man trage den halben Terrainwinkel i an den Asymptotenwinkel 45° an, wodurch man in dem Schenkel des Winkels

$$\varphi = 45 + \tfrac{1}{2}\,i$$

den geometrischen Ort des Kreismittelpunktes erhält, dessen Abstand R vom Hyperbelmittelpunkt aus der Gleichung

$$R^2 = \frac{a^2}{\frac{9}{4}\,\frac{v_0^4}{U_0^2\,W_i^2}\left(\sin i + \frac{W_i\,g}{v_0^2}\cos i^2\right) - \sin i}$$

und dessen Halbmesser s aus

$$s = \frac{v_0^2}{2\,U_0\,W\cos i}\,R$$

gefunden werden kann.

Digitized by Google

Die Schnittpunkte des Kreises im linksseitigen Hyperbelast geben in ihrer Lage zur Centrale R beider Kurven die gesuchten Erhöhungs- oder Abgangswinkel.

Berührt der Kreis die Hyperbel, so fallen beide Punkte in einen Berührungspunkt zusammen, und der Berührungsvektor schließt mit R den Erhöhungswinkel der Maximalschußweite ein.

Schneidet der Kreis den linksseitigen Ast nicht, so ist die Aufgabe und der Schuß unmöglich.

Die anderen Schnittpunkte und Winkel α_3 α_4 im rechtsseitigen Ast kommen nicht zur Anwendung, sie stehen indessen mit den ersteren in folgender Beziehung

$$-\alpha_1 - \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 180° - 2i.$$

XXIX. Konstruktion der Hyperbel.

Die weitere Entwickelung und Vergleichung mehrerer Formeln der ballistischen Kurve wird uns zu harmonischen Eigenschaften derselben führen, die schon an sich interessant sind, aber besonders deshalb von Werth sein dürften, als sie zu einer überaus eleganten Konstruktion der Kurve Veranlassung geben.

Die Kurvengleichung 76) oder die analoge

$$y = \frac{2\,v_0^2 \sin \alpha^2\, x\,(W - x)}{v_0^2 \sin 2\alpha\,(W - x) + g\,W\,x}$$

transformiren wir vermittelst der aus 60) folgenden Formel

$$\frac{2\,v_0^2 \sin \alpha^2}{g\,W} = \operatorname{tg} \beta,$$

und ordnen dieselbe in folgender Weise:

302) $$\frac{1}{y} = \frac{1}{x \operatorname{tg} \alpha} + \frac{1}{(W - x) \operatorname{tg} \beta}.$$

Es ist aber $x \operatorname{tg} \alpha$, welches wir mit y_1 bezeichnen, das durch die Tangente im Anfangspunkt abgeschnittene Stück der der Abscisse x entsprechenden Ordinate. (Fig. 2.)

Ebenso ist $(W - x) \operatorname{tg} \beta$ das auf der gleichen Ordinate durch die Tangente im Endpunkt begrenzte Stück y_2.

Demnach haben wir folgende harmonische Gleichung:

303) $$\frac{2}{2y} = \frac{1}{y_1} + \frac{1}{y_2}.$$

Digitized by Google

Wir geben hierzu folgende Erläuterung:

Der Kurvenpunkt P hat die Koordinaten x y. x E ist $= y_1$ und x C ist $= y_2$, bestimmt durch die Tangenten A E und B C. x D ist die doppelte Ordinate 2 y, also x P = P D.

Die Punkte x C D E sind der obigen Formel zufolge harmonische Punkte, und demnach A B und A D, wie A C und A E zugeordnete harmonische Strahlen.

Zieht man etwa durch C (andererseits auch durch E) zu dem Strahle A B eine Parallele C C′, so wird bekanntlich durch den zugeordneten Strahl A D der von den beiden anderen Strahlen A C und A E begrenzte Abschnitt C C′ dieser Parallelen in O halbirt.

Aus diesem Satz über die harmonischen Strahlen resultirt die folgende einfache Konstruktion der Kurve für den Fall, daß die Wurfweite A B = W und die Anfangs- und Endtangenten gegeben sind.

Es sei also gegeben die Wurfweite A B, die Richtung A E und B C, gesucht für ein beliebiges x die entsprechende Ordinate.

Die Endtangente in B liefert uns in der verlängerten Ordinate den Punkt C. Durch diesen ziehen wir mit A B die Parallele C C′ bis zum Durchschnitt mit der Anfangstangente, halbiren C C′ in O, ziehen durch A und O die Strecke A O D und halbiren x D, der Halbirungspunkt P ist der gesuchte Kurvenpunkt.

Diese Auflösung läßt sich erweitern, wodurch man sogleich zwei Kurvenpunkte erhält.

Die beiden Tangenten bilden mit der Wurfweite ein festes Dreieck. Eine Parallele zur Grundlinie W liefert uns zwei Punkte C C′, durch welche wir Normalen zur Grundlinie ziehen, C x, C′ x′. Durch den Halbirungspunkt von C C′, also O, ziehen wir von A und B aus Gerade, welche jene Normalen in zwei Punkten schneiden, welche den doppelten Ordinaten der Kurve entsprechen, durch deren Halbirung man also die beiden Kurvenpunkte erhält.

XXX. Berechnung der Flugbahn.

Die Rektifikation der Hyperbel führt auf elliptische Integrale. Da indessen die Arbeit der Ausführung der Rechnungen nach dieser Methode in keinem Verhältniß steht zu der dazu erforder-

lichen Zeit, wollen wir zwei leichtere Methoden mittheilen, die einfacher zu handhaben sind.

Wir rechnen den Hyperbelbogen zunächst von der Hauptachse an und nennen X Y die Koordinaten des zweiten Endpunktes der Hyperbel, deren Halbachsen a b sind.

Beschreiben mit a um den Koordinaten-Anfangspunkt der Hyperbel einen Kreis und ziehen von dem Fußpunkte der Ordinate Y eine Tangente an ihn, so schließt der Radius nach dem Berührungspunkte mit der Halbachse a einen Winkel ein, den wir ψ nennen wollen.

Dann ist $X = a/\cos\psi$, $Y = b \operatorname{tg}\psi$, und das bekannte Rektifikationsintegral

$$s = \int \sqrt{\frac{e^2 X^2 - a^2}{X^2 - a^2}}\, dX,$$

worin e die Exzentrizität $\sqrt{a^2 + b^2} : a = e$ also $>$ als die Einheit ist, verwandelt sich nach Einführung des Arguments ψ in

$$s = a e \int \frac{d\psi}{\cos\psi^2} \sqrt{1 - \frac{\cos\psi^2}{e^2}}.$$

Es ist aber $\operatorname{tg}\varepsilon = b/a$, also $e = 1/\cos\varepsilon$; entwickelt man also das Integral in eine Reihe, so folgt

$$304)\quad s = a\left(\frac{\operatorname{tg}\psi}{\cos\varepsilon} - \tfrac{1}{2}\cos\varepsilon\cdot\psi - \tfrac{1}{16}\cos\varepsilon^3(\sin\psi\cos\psi + \psi) - \frac{\cos\varepsilon^5}{128}(2\sin\psi\cos\psi^3 + 3\sin\psi\cos\psi + 3\psi)\ldots\right).$$

Was nun die Flugbahn betrifft, so besteht sie aus den vom Axialscheitelpunkt getrennten Theilen, die wir einzeln zu berechnen haben.

Wir greifen demzufolge wieder auf die Relationen 10) zurück und entwickeln zur Bestimmung der Größen a b c ψ die folgenden Gleichungen:

$$a^2\cos\varepsilon = A\cos\varepsilon + \frac{C}{2}\sin\varepsilon, \qquad b^2\sin\varepsilon = -A\sin\varepsilon + \frac{C}{2}\cos\varepsilon,$$

$$2a^2 n = D\cos\varepsilon + E\sin\varepsilon, \qquad 2b^2\sin - D\sin\varepsilon + E\cos\varepsilon.$$

Aus den beiden letzten folgt

$$\frac{an}{bm} = \frac{b}{a}\cdot\frac{D\cos\varepsilon + E\sin\varepsilon}{-D\cos\varepsilon + E\sin\varepsilon}.$$

Digitized by Google

Nach 2) ist aber

$$\frac{m^2}{a^2} - \frac{n^2}{b^2} = 1, \quad \text{also} \quad \frac{b^2 m^2}{a^2 n^2} - 1 = \frac{b^2}{n^2}.$$

Vermöge der obigen Relation $\cot \psi = b/n$ folgt also aus der vorhergehenden

$$\sin \psi = \frac{an}{bm} = \frac{b}{a} \frac{D + E \operatorname{tg} \varepsilon}{-D \operatorname{tg} \varepsilon + E},$$

oder wegen $\frac{b}{a} = \operatorname{tg} \varepsilon$, und nach 17) $\frac{D}{E} = \operatorname{tg} \alpha$ auch

$$\sin \psi = \operatorname{tg} \varepsilon \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \varepsilon}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varepsilon} = \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} (\alpha + \varepsilon).$$

Setzen wir ferner die Werthe

$$m = \frac{-D \sin \varepsilon + E \cos \varepsilon}{2 b^2}, \quad n = \frac{D \cos \varepsilon + E \sin \varepsilon}{2 a^2}$$

in die Kurvengleichung für mn ein, so folgt mit Rücksicht auf die entsprechenden Formeln zu Anfang von VII nach einer Reihe von Reduktionen

$$E = \frac{2 a^3 \operatorname{tg} \varepsilon \sin \varepsilon}{\sqrt{\cos 2\varepsilon - \operatorname{tg} \alpha \sin 2\varepsilon}}.$$

Da endlich auch

$$C = A (\cot \alpha - \cot \beta), \ \operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha (1 + k \sin \alpha), \ \operatorname{tg} 2\varepsilon = \frac{k \cos \alpha}{1 + k \sin \alpha}$$

ist, so erhalten wir nach Einsetzen die Ausdrücke in

$$a^2 \cos \varepsilon = A \cos \varepsilon + \tfrac{1}{2} C \sin \varepsilon$$

die Beziehung

$$A = \frac{a^2 \cos 2\varepsilon}{\cos \varepsilon^2}.$$

Die erhaltenen Werthe von E und A dividiren wir durcheinander und gewinnen schließlich vermöge der Formel

$$\frac{E}{A} = \frac{W}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Digitized by Google

die beiden Halbachsen a b nebst der Exzentrizität c

$$a = \frac{3 v_0^2 \cos \alpha}{2 U_0 \sin \varepsilon \sqrt[4]{1 + 2 k \sin \alpha + k^2}},$$

305)
$$b = \frac{3 v_0^2 \cos \alpha}{2 U_0 \cos \varepsilon \sqrt[4]{1 + 2 k \sin \alpha + k^2}},$$

$$c = \frac{3 v_0^2 \cos \alpha}{U_0 \sin 2\varepsilon \sqrt[4]{1 + 2 k \sin \alpha + k^2}}.$$

Wir haben hiernach die Achsen der ballistischen Hyperbel durch die Elemente der Bewegung ausgedrückt.

Die Normale vom Scheitelpunkt der Hyperbel zur lothrechten Asymptote ist a sin ε. Nach 101) ist aber der Anfangspunkt der Flugbahn um $\frac{3 v_0^2}{2 U_0} \cos \alpha$ von dieser Asymptote entfernt. Die Horizontalentfernung des Hyperbelscheitelpunktes, der im absteigenden Ast der Kurve liegt, vom Anfangspunkt ist demnach

$$x = \frac{3 v_0^2 \cos \alpha}{2 U_0} \left(1 - \frac{1}{\sqrt[4]{1 + 2 k \sin \alpha + k^2}}\right).$$

[In Formel 115) muß statt der zweiten die vierte Wurzel stehen, und das k sin α im Zähler des Radikals muß gestrichen werden.

Der hiernach richtig gestellte Satz unter 134) heißt:

Das Minimum des Luftwiderstandes tritt unterhalb des Axial-Scheitelpunktes ein.]

Dem oben berechneten Winkel ψ, der dem Anfangspunkt der Flugbahn entspricht, steht ein anderer Winkel ψ', dem Endpunkt entsprechend, gegenüber, dessen Ordinate n' mit ψ' durch

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{n'}{b}$$

verknüpft ist.

Wegen $n + n' = W \cos \varepsilon$ haben wir also

$$\operatorname{tg} \psi + \operatorname{tg} \psi_1 = \frac{W}{b} \cos \varepsilon.$$

Der Bedeutung von W gemäß haben wir auch

$$a = \frac{W (1 + k \sin \alpha)}{k \sin \alpha \sin \varepsilon \sqrt[4]{1 + 2 k \sin \alpha + k^2}},$$

Digitized by Google

$$b = \frac{W\,(1 + k \sin \alpha)}{k \sin \alpha \cos \varepsilon \sqrt[4]{1 + 22\,k \sin \alpha + k^2}},$$

mithin

$$\operatorname{tg} \psi + \operatorname{tg} \psi_1 = \frac{\frac{1}{2} k \sin \alpha}{1 + k \sin \alpha} \sqrt[4]{1 + 2\,k \sin \alpha + k^2} \left(1 + \frac{1 + k \sin \alpha}{\sqrt{1 + 2\,k \sin \alpha + k^2}}\right).$$

Das Anfangsglied in der Reihe für das Bogenintegral ist

$$\frac{a}{\cos \varepsilon} \operatorname{tg} \psi,$$

und also für beide Bogen deren Summe

$$\frac{a}{\cos \varepsilon} (\operatorname{tg} \psi + \operatorname{tg} \psi_1) = W \cot \varepsilon.$$

Die Gesammtlänge der Flugbahn ist also endlich

306) $$S = W \cot \varepsilon - \frac{a}{2} \cos \varepsilon \left[\begin{array}{l} \psi_1 + \psi_2 + \frac{\cos \varepsilon^2}{16} (\sin 2\psi + \sin 2\psi_1 \\ + 2\psi_1 + 2\psi_2) + \frac{\cos \varepsilon^4}{256} [\sin 4\psi \\ + \sin 4\psi_1 + 8 (\sin 2\psi + \sin 2\psi_1) \\ + 12 (\psi + \psi_1) \ldots .] \end{array} \right].$$

W ist die Wurfweite, a die Halbachse, die nach dem obigen bekannt ist.

Die Konvergenz der Reihe hängt wesentlich von ε ab, bei kleinen Erhöhungen α und großen Widerstandskonstanten U_0 konvergirt sie ziemlich rasch.

Die Reihe ermangelt indessen praktischer Brauchbarkeit, wodurch sie an Werth verliert. Die Wichtigkeit des Gegenstandes verlangt aber eine bestimmte Lösung der Aufgabe, und um nichts unerledigt zu lassen, leiten wir im Folgenden eine einfache und praktische Näherungsformel zur Berechnung der Flugbahn ab, deren Genauigkeit ausreichend sein dürfte, sofern eben nicht die strengen Werthe verlangt werden. Wir benutzen hierzu die Gleichung der Flugbahn.

Das x oder die Abscisse betrachten wir als einen bestimmten Bruchtheil σ der Wurfweite, setzen also $x = \sigma W$, wo σ

Digitized by Google

ein echter Bruch, etwa $1/2$, $2/3$, $3/4$ ist, und bestimmen das entsprechende y:

$$y = W \operatorname{tg} \alpha \, \sigma(1-\sigma) \, \frac{1 + k \sin \alpha}{1 + (1-\sigma) k \sin \alpha}.$$

Theilen wir die Wurfweite z. B. in drei gleiche Theile, setzen also $\sigma = 1/3$ bezw. $2/3$, so sind die zugehörigen Ordinaten

$$y_1 = \tfrac{2}{9} W \operatorname{tg} \alpha \, \frac{1 + k \sin \alpha}{3 + 2k \sin \alpha}, \quad y_2 = \tfrac{2}{9} W \operatorname{tg} \alpha \, \frac{1 + k \sin \alpha}{3 + k \sin \alpha}.$$

Oder, wenn W in vier gleiche Theile getheilt wird, so sind die Ordinaten

$$y_1 = \tfrac{3}{16} W \operatorname{tg} \alpha \, \frac{1 + k \sin \alpha}{4 + 3k \sin \alpha}, \quad y_2 = \tfrac{1}{8} W \operatorname{tg} \alpha \, \frac{1 + k \sin \alpha}{2 + k \sin \alpha},$$

$$y_3 = \tfrac{1}{16} W \operatorname{tg} \alpha \, \frac{1 + k \sin \alpha}{4 + k \sin \alpha},$$

woraus beiläufig folgt

$$y_2 = \frac{8 y_1 y_3}{3 (y_1 + y_3)}.$$

Ueberhaupt besteht für die Verhältnisse σ_1 σ_2 σ_3, also für $x_1 = \sigma_1 W$, $x_2 = \sigma_2 W$, $x_3 = \sigma_3 W$ die Relation

$$x_1 = \sigma_1 W, \quad x_2 = \sigma_2 W, \quad x_3 = \sigma_3 W$$

$$307) \qquad \frac{\sigma_1 (1-\sigma_1) (\sigma_3 - \sigma_2)}{y_1} + \frac{\sigma_3 (1-\sigma_3) (\sigma_2 - \sigma_1)}{y_3} = \frac{\sigma_2 (1-\sigma_2) (\sigma_3 - \sigma_1)}{y_2},$$

die man aus der Elimination von $k \sin \varphi$ gewinnt, und die gewisse geometrisch-harmonische Beziehungen zwischen den Ordinaten darstellt, worauf wir später zurückkommen werden.

Verbinden wir nun die entsprechenden Kurvenpunkte durch Sehnen, so entsteht ein System gebrochener Linien, deren Summe der Flugbahn um so näher kommen wird, je mehr Theilpunkte angenommen sind. Um indessen nicht eine Reihe von Wurzelausdrücken zu schaffen, die die Rechnung ebenso unbehülflich wie beschwerlich gestalten, wollen wir eine Näherungsformel benutzen, welche auf einfache Weise die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks aus seinen Katheten berechnen läßt und die man Poinsot

Digitized by Google

verdankt. Die größere Kathete sei x, die kleinere y, die Hypotenuse $z = \sqrt{x^2 + y^2}$. Der Winkel zwischen x und z sei φ, dann ist genau $z = x \cos \varphi + y \sin \varphi$. Nun sei φ eine konstante Größe, auch für alle anderen rechtwinkligen Dreiecke, und soll derart gewählt werden, daß der Näherungswerth $z = x \cos \varphi + y \sin \varphi$ vom wahren Werthe möglichst wenig verschieden ist. Der absolute Fehler ist

$$\sqrt{x^2 + y^2} - (x \cos \varphi + y \sin \varphi),$$

der relative also

$$f = 1 - \frac{x \cos \varphi + y \sin \varphi}{\sqrt{x^2 + y^2}}.$$

Der Fehler verschwindet für

$$\frac{y}{x} = \cot \varphi.$$

Für y = Null wird der Fehler

$$f_0 = 1 - \cos \varphi,$$

und wenn x = y, wird der Fehler

$$f_1 = 1 - \frac{\cos \varphi + \sin \varphi}{\sqrt{2}}.$$

Rechnen wir für beide Grenzfälle gleiche Fehlergrößen, so ist

$$1 - \cos \varphi = 1 - \frac{\cos \varphi + \sin \varphi}{\sqrt{2}},$$

was auf die Bedingung

$$\sqrt{2} \cdot \cos \varphi = \cos \varphi + \sin \varphi$$

führt. Demnach ist

$$\cos \varphi = 0{,}92388, \quad \sin \varphi = 0{,}38268,$$
$$\varphi = 22\tfrac{1}{2}°,$$

und die Näherungsformel für die Hypotenuse z eines rechtwinkligen Dreiecks von den beiden bekannten Katheten x, y ist

$$z = 0{,}924 \cdot x + 0{,}383\, y,$$
$$x > y.$$

Sind z. B. die Katheten

4,3 12,5 10,10

so sind die betreffenden Hypotenusen anstatt 5, 13, 14,14 angenähert

4,84, 12,993, 13,07.

Digitized by

Wir werden indeſſen dieſe Formel nicht benutzen, ſondern die folgende, die wir nach anderen Prinzipien berechnet haben, und die doch hinreichend genügende Reſultate liefert:

307) $$z = 0{,}9\,x + 0{,}5\,y.$$

Hiernach würden für die obigen Dreiecke folgende z Werthe ſich ergeben:

5,1, 13,3 14.

Mit Hülfe dieſer Formel wollen wir die Hyperbelſehnen addiren, deren Anzahl n beliebig groß ſein möge.

Die Wurfweite beſteht alſo aus n gleichen Theilen $\frac{W}{n}$.

Die erſte Sehne iſt demnach

$$0{,}9\,\frac{W}{n} + 0{,}5\,y_1,$$

die zweite

$$0{,}9 \cdot \frac{W}{n} + 0{,}5\,(y_2 - y_1), \text{ u. ſ. w.}$$

diejenige vor dem Scheitelpunkt

$$0{,}9\,\frac{W}{n} + 0{,}5\,(Y - y_p),$$

die nach dem Scheitelpunkt

$$0{,}9\,\frac{W}{n} + 0{,}5\,(Y - y_q), \quad \text{u. ſ. w.}$$

die letzte Sehne

$$\frac{0{,}9}{n}\,W + 0{,}5\,y_z,$$

demnach die Geſammtſumme

$$S = 0{,}9\,W + Y.$$

Um alſo die Bogenlänge der Hyperbel zu berechnen, multiplizire man die Wurfweite mit 9/10 und addire hierzu die Scheitelhöhe.

Letztere iſt aber nach 104)

$$Y = W \operatorname{tg} \alpha \, \frac{1 + k \sin \alpha}{(\sqrt{1 + k \sin \alpha} + 1)^2},$$

demnach folgt als erſter Näherungswerth

$$S = W \left(0{,}9 + \operatorname{tg} \alpha \, \frac{(1 + k \sin \alpha)}{(\sqrt{1 + k \sin \alpha} + 1)^2}\right).$$

Digitized by

Um auch für flache Bahnen, bei welchen S zu klein ausfallen würde, eine genauere Formel zu haben, bringen wir noch eine Korrektion an, und haben endlich nach Elimination von k

$$308) \quad S = \frac{W}{\sqrt{\cos(36° - \alpha)}} \left(\frac{9}{10} + \frac{v_0^2 \operatorname{tg} \alpha}{\left(v_0 + \sqrt{\frac{g W}{\sin 2\alpha}} \right)^2} \right).$$

Hiernach wollen wir die Flugbahn der bekannten 24 cm Kanone (siehe oben) berechnen.

Die Anfangsgeschwindigkeit ist 640 m, die Erhöhung 44°, die Wurfweite 20 000 m.

Die obige Formel ergiebt als Länge der Flugbahn

$$S = 24530 \text{ m}.$$

Der Kruppsche Ausstellungskatalog enthält eine bildliche Darstellung der Flugbahn des Geschosses dieser Kanone. Um die ungeheuere Ausdehnung und Höhe der Geschoßbahn nahe zu legen, ist in der Skizze der Gebirgskamm des Montblanc eingezeichnet, und es ist von imponirender Wirkung, zu sehen, wie die Flugbahn eines Geschosses von 215 kg noch um 1700 m den gewaltigen Berggipfel übersteigt.

Hinsichtlich der Genauigkeit der obigen Formel wollen wir dieselbe einer Probe unterziehen. Wenn sie für die Hyperbel hinreichend richtig ist, so muß sie es auch noch im Grenzfall derselben, für die Parabel, sein.

Wir haben demzufolge auch noch die Flugbahn der Parabel abgeleitet, die mathematisch genau ist:

$$S_p = \frac{v_0^2}{g} \left(\sin \alpha + \cos \alpha^2 \ln \frac{1 + \sin \alpha}{\cos \alpha} \right),$$

oder wegen $$W_p = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

$$309) \quad S_p = \frac{W_p}{\sin 2\alpha} \left(\sin \alpha + \cos \alpha^2 \ln \operatorname{cotg} (45° - \tfrac{1}{2} \alpha) \right).$$

Die Wurfweite in der Parabel sei 10 000 m, die Erhöhung 30°, die Flugbahn ist dann $S_p = 10\,531$ m.

Unsere Formel verwandelt sich in ihrer Anwendung auf die Parabel vermöge der Relation $\frac{g W}{\sin 2\alpha} = v_0^2$ in

$$S = \frac{W}{\sqrt{\cos(36 - \alpha)}} (0{,}9 + \tfrac{1}{4} \operatorname{tg} \alpha),$$

und die Fluglinie ist hiernach = 10471 m, also nur um 60 m kleiner als die obige.

Die Wurfweite sei wieder dieselbe = 10 000 m, die Erhöhung 45°, die genaue Länge der Bahnlinie ist 11 478 m, die angenäherte 11 514 m, also nur um 36 m größer. Diese Differenzen, verglichen mit der Länge der Bahn, sind verhältnißmäßig nicht allzu groß, und dürften im Hinblick auf die Leichtigkeit der Berechnung der Flugbahn gegenüber der zeitraubenden Arbeit bezüglich der genauen Lösungen, die Niemand benutzen würde, nicht allzu schwer ins Gewicht fallen.

Vielleicht würden die Unterschiede sich noch weiter verringern lassen, wenn man sich die Mühe nähme, die eingeführten Konstanten etwas schärfer zu bestimmen.

Um hier gleich Alles zu erledigen, was sich auf Hyperbelkonstruktionen bezieht, wollen wir noch auf eine Konstruktion aufmerksam machen, welche aus den gegebenen Anfangswerthen v_0 U_0 α die entsprechenden Wurfweiten und Fallwinkel finden läßt, sobald die Gleichungen

$$W = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{4}{3} U_0 \sin \alpha}, \quad \operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha \left(1 + \tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha\right)$$

passend umgeformt sind.

Wir setzen

$$W = r, \quad \frac{2 v_0^2}{g} = p, \quad \tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} = k,$$

310) $$R = \frac{p}{1 + k \sin \alpha}, \quad r = R \sin \alpha \cos \alpha,$$

legen also einen festen Kegelschnitt zu Grunde, dessen Parameter p und Exzentrizität k durch die Anfangswerthe v_0 und U_0 bestimmt sind. (Fig. 3.)

Auf der X-Achse eines Koordinatensystems tragen wir eine Strecke $OP = p = \frac{2 v_0^2}{g}$ als Parameter des Kegelschnitts ab, desgleichen auf der Y-Achse $O\,Q = f = \frac{p}{1 + k}$ als Fokaldistanz des Brennpunktes O vom Scheitel Q.

Die Erhöhung α als Polarwinkel ergiebt dann den Radiusvektor R. Wird derselbe auf die X-Achse, und die Projektion

Digitized by

wieder auf den Vektor projizirt, so erhält man die Wurfweite W in Einheiten von p oder der vierfachen Geschwindigkeitshöhe.

Um den Fallwinkel zu ermitteln, tragen wir vermöge der Relation $R \operatorname{tg} \beta = p \operatorname{tg} \alpha$ auf der X-Achse von P aus rückwärts $R = P T$ ab. Errichten wir nun in P auf P O ein Loth bis zum Durchschnitt S des verlängerten Vektors R und ziehen S T, so schließt diese Linie mit der X-Achse den Fallwinkel β ein.

Die Art des Kegelschnitts, ob Ellipse, Parabel oder Hyperbel, hängt davon ab, je nachdem

$$\frac{1}{8} \frac{U_o}{g} \lessgtr 1 \text{ ist.}$$

Will man auch noch die Relationen

$$\frac{v_o^2}{v_o^2} = \frac{\sin \alpha^2 \operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta^2 \operatorname{tg} \beta}, \quad \frac{U_o}{U_o} = \frac{\sin \alpha \operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta \operatorname{tg} \beta}$$

konstruktiv behandeln, so ergeben noch einige Kreiskonstruktionen das Verhältniß der lebendigen Kräfte zu Anfang und Ende der Bewegung, die zu bestimmen sehr interessant sind.

Die erwähnten Formeln lassen also auch, wie man sieht, eine recht einfache und geometrisch klare Deutung und innerhalb mäßiger Grenzen von α praktische Anwendung zu, wodurch die Theorie an Anschaulichkeit gewinnt.

(Fortsetzung folgt.)

Berichtigung:

In 293) ist die letzte Klammer zu streichen und auf Seite 311 Zeile 9 v. u. „Stickstoff" statt Sauerstoff zu setzen.

Digitized by

Kleine Mittheilungen.

14.

Migränin.*)

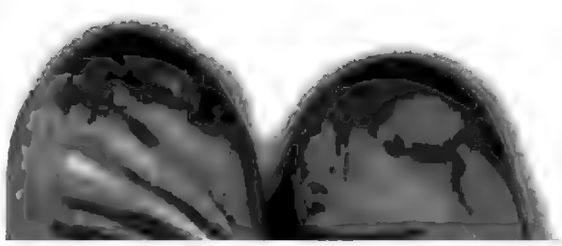
Ein neues Mittel gegen Kopfschmerz, und zwar gegen die schwersten Formen des Kopfschmerzes, wird unter dieser Bezeichnung in einer Abhandlung der „Deutschen medizinischen Wochenschrift“ jüngst bekannt gegeben. Selbst die Migräne, jenes in des Wortes vollster Bedeutung grauenvolle Leiden, welches mit seinem rasenden Kopfschmerz bisher allen Mitteln Widerstand leistete, dürfte nunmehr mit Erfolg zu bekämpfen sein. Das Migränin ist chemisch als „citronensaures Antipyrincoffeïn“ zn bezeichnen. Es ist nach den Angaben des Medizinalraths Dr. Overlach in Greiz ein ausgesprochenes Spezifikum gegen die Migräne, das auch in den schwersten Fällen ihn nicht im Stiche gelassen.

Hergestellt und ausschließlich an die Apotheken aller Länder versandt wird das Migränin gleich dem Knorrschen Antipyrin von den Farbwerken vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M. Wie bei der Migräne, so bewährt das Migränin seine schmerzstillende Wirksamkeit auch bei dem der Migräne am nächsten stehenden Krankheitsbilde, der schweren Alkoholvergiftung, also im sogenannten Katzenjammer. Hier bewältigt das Migränin nicht nur binnen einer Stunde den rasenden Kopfschmerz, sondern wirkt

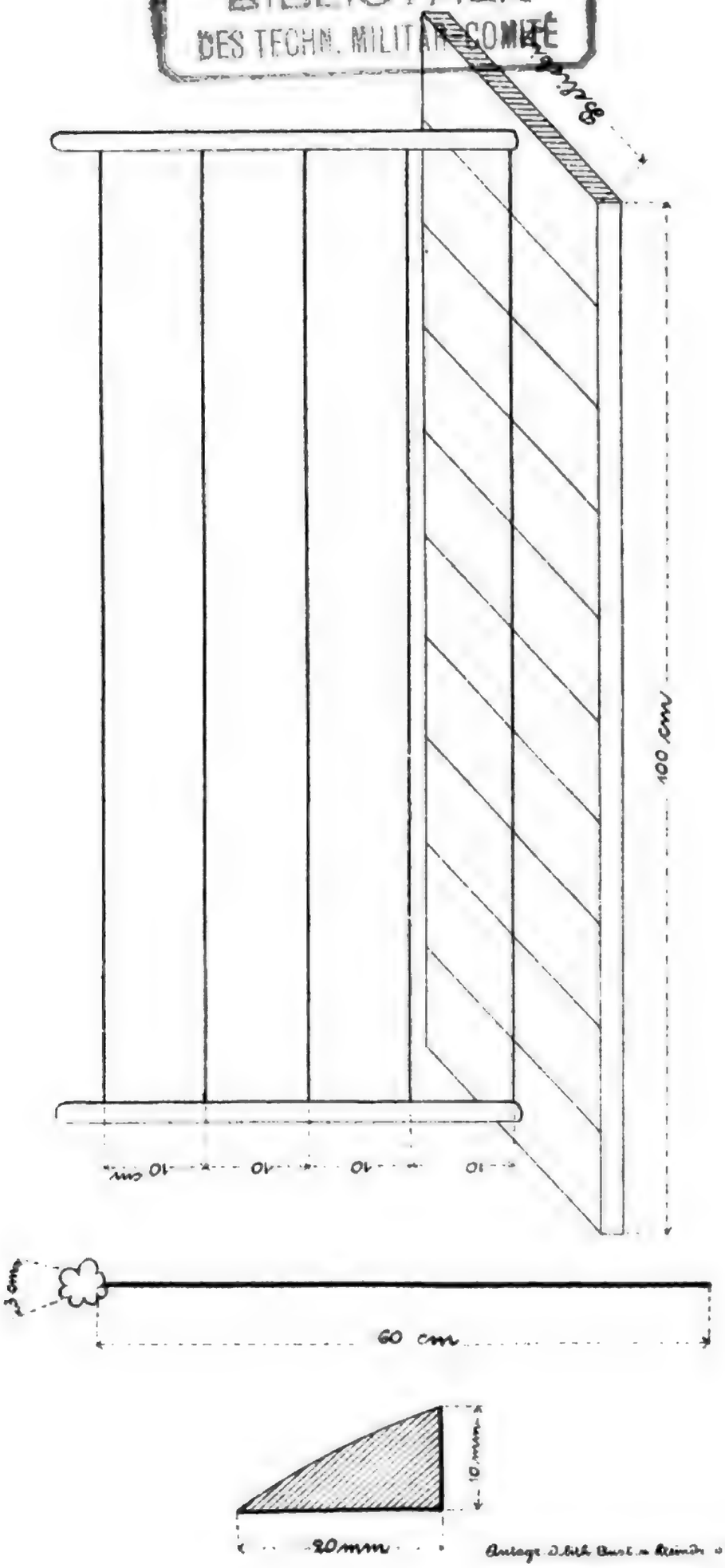
*) Unter Ablehnung jeder Verantwortlichkeit, zu deren Uebernahme es nicht nur selbstverständlich an wissenschaftlicher Beurtheilungsfähigkeit, sondern auch an praktischer Erfahrung — die ja auch der Laie gemacht haben könnte — gänzlich mangelt, giebt die Redaktion der von vertrauenerweckender Seite erhaltenen Anregung Folge und theilt wortgetreu das ihr zugegangene Referat mit.

Digitized by

zugleich wohlthuend auf den Magen und belebt das Herz. Ebenso wirkt es bei der Nikotin- und Morphiumvergiftung und beim sogenannten „nervösen“ Kopfschmerz. Als Fiebermittel hat das Migränin vor allen anderen voraus, daß es zugleich belebend und erfrischend aufs Herz wirkt. Daher ist das Migränin auch in denjenigen Fällen am Platze, wo wegen vorhandener Schwäche die übrigen Fiebermittel nicht unbedenklich erscheinen, so zum Beispiel bei der Influenza. Wie bei ermattenden und mit Kopfschmerz verbundenen Krankheiten, so wirkt das Migränin auch bei geistigen und körperlichen Strapazen belebend und erfrischend, so z. B. bei Kopfschmerz oder Ermattung nach Eisenbahnfahrten, nach gesellschaftlichen Anstrengungen, nach strapaziösen Märschen, nach psychischen Alterationen, nach forcirter geistiger Anstrengung.



BIBLIOTHEK
DES TECHN. MILITÄR-COMITÉ



Anlage d. lith. Anst. v. Steindr. v. C. E. Keller Berlin

Digitized by Google

BIBLIOTHEK
DES ITALIENISCHEN GENIE-COMITÉ

Fig. 1.

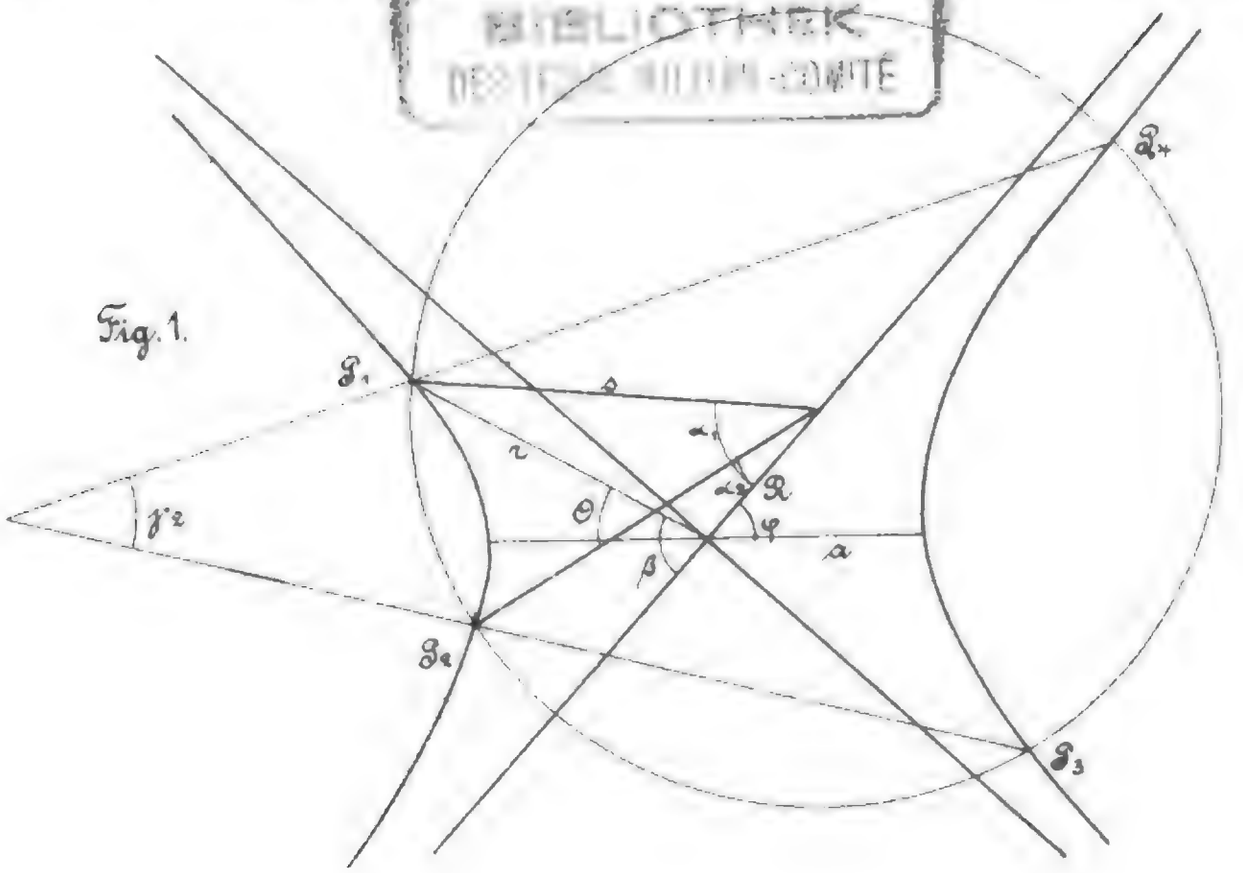


Fig. 2.

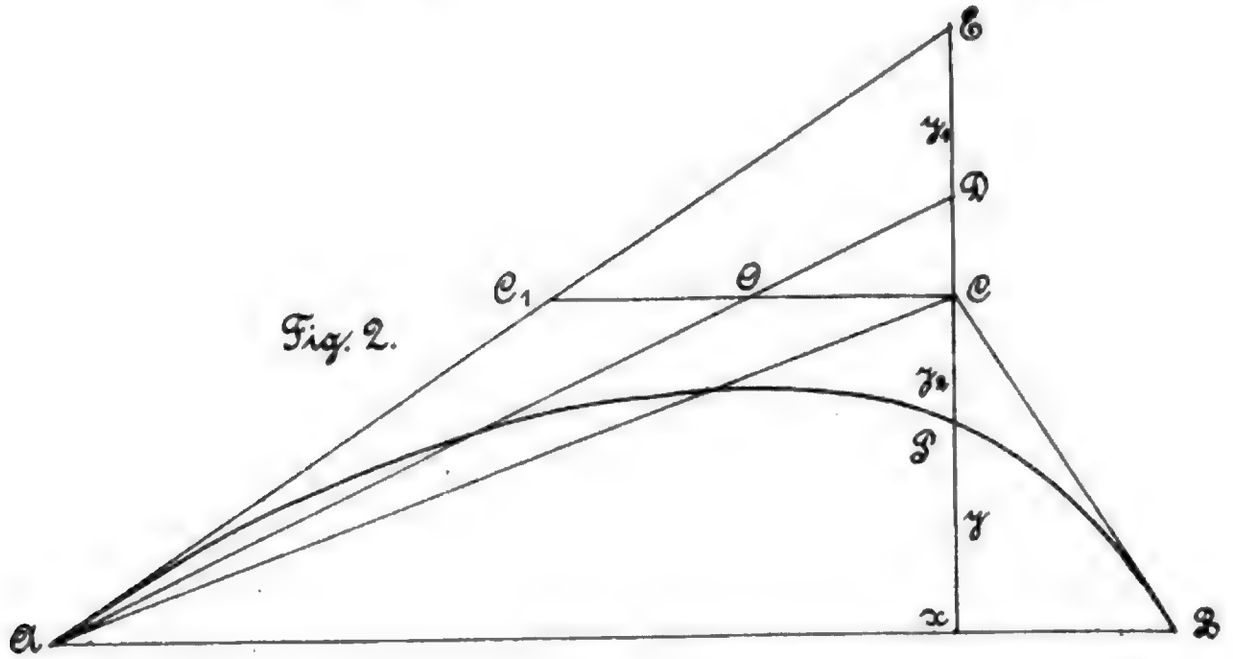
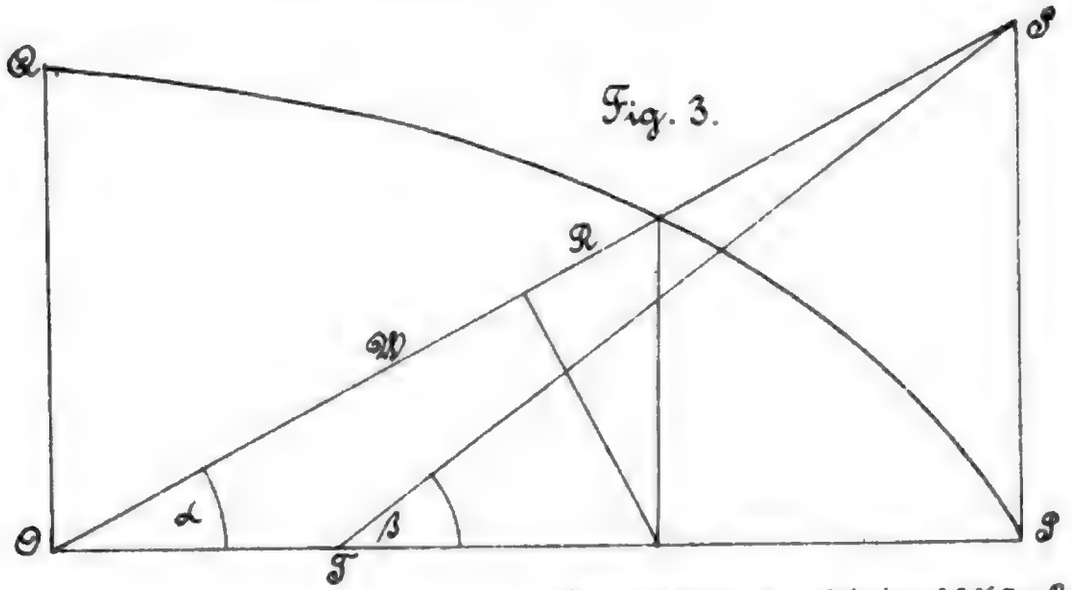


Fig. 3.



Autogr. d. lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller. Berlin S.

XVIII.

Studie über den Schrapnelschuß der Feldartillerie

von

H. Rohne,

Generalmajor und Kommandeur der 8. Feldartillerie-Brigade.

Mit Vorbehalt aller Rechte.

(Mit drei Tafeln.)

Einleitung.

Das Schrapnel ist das Hauptgeschoß der modernen Feldartillerie und wird es auch für absehbare Zeit bleiben. Aus diesem Grunde dürfte eine eingehende Betrachtung seiner Wirkung unter Berücksichtigung fremder Konstruktionen gerechtfertigt sein.

Alle Schrapnels sind oder werden binnen Kurzem mit Doppelzündern versehen sein, die es ermöglichen, die Geschosse je nach Wunsch im Aufschlag (Aufschlagzünder) oder in einem beliebigen Punkt ihrer Flugbahn (Brennzünder) zum Krepiren zu bringen. Der Aufschlagzünder (abgekürzt Az.) wird fast ausschließlich zur Ermittelung der Entfernung gebraucht; die dem Geschoß eigenthümliche Wirkung kommt durch den Brennzünder (Bz.) zur Geltung. Das Geschoß soll in der Luft nicht weit vor dem Ziele krepiren; seine Wirkung äußert sich lediglich durch die Stoßkraft seiner Füllkugeln und Sprengstücke. Diese beschreiben je nach ihrer Lage im Geschoß und je nach der ihnen innewohnenden bezw. durch die Sprengladung ertheilten Richtung und Geschwindigkeit unter sich verschiedene, vom Sprengpunkt auseinandergehende Flugbahnen, die in ihrer Gesammtheit den „Streuungskegel" (Sprengkegel, Sprenggarbe) bilden. Die Achse dieses gekrümmten Kegels fällt nahezu mit derjenigen Flugbahn zusammen, die das nicht krepirte Geschoß beschrieben haben würde. Der Winkel des die äußersten Sprengtheile einhüllenden Mantels heißt „Kegelwinkel".

Digitized by

I. Die Wirkung des einzelnen Schrapnels.

Die Wirkung des einzelnen Schrapnelschusses hängt ab:

1. von der Zahl der Füllkugeln bezw. Sprengtheile,
2. von deren Stoßkraft,
3. von der Ausbreitung der Sprengtheile, d. h. der Größe des Kegelwinkels und der Sprengweite,
4. von der Größe des Ziels,
5. von der Krümmung der Bahn (Fallwinkel).

§ 1. Die Zahl der Füllkugeln bezw. Sprengtheile.

Die Zahl der Füllkugeln steht im engsten Zusammenhange mit dem Gewicht und der Konstruktion des Schrapnels und ist natürlich auch von dem Gewicht, aber auch von der Dichte der einzelnen Kugel abhängig.

Je größer das Geschoßgewicht, um so größer wird natürlich unter sonst gleichen Verhältnissen das Gewicht und somit die Zahl der Füllkugeln sein können. Das Gewicht der Kugelfüllung nimmt aber in stärkerem Verhältniß zu als das Geschoßgewicht, so daß von zwei nach gleichen Grundsätzen konstruirten Geschossen das schwerere sich besser verwerthet als das leichtere. So z. B. enthält das schwere deutsche Feldschrapnel C/82 bei einem Gewicht von 8,15 kg 262 Bleikugeln à 13 g, das leichte Feldschrapnel C/82 dagegen bei einem Gewicht von 5,6 kg 167 Kugeln à 13 g. Bei ersterem wiegt die Kugelfüllung 3,41 kg oder 41,8 pCt. des Geschoßgewichts, bei letzterem dagegen 2,17 kg oder nur 38,7 pCt. des Geschoßgewichts. Der wirksame Theil des leichten Schrapnels verhält sich zu dem des schweren mithin wie 38,7 : 41,8 oder wie 1 : 1,08; d. h. das schwere Schrapnel verwerthet sich in Bezug auf die Kugelzahl um 8 pCt. höher. Um mit leichten Schrapnels dieselbe Zahl von Kugeln zu verschießen, wie mit 100 kg schwerer Schrapnels (etwa 12 Schuß), müßte man 108 kg leichter Schrapnels (etwa 19 Schuß) verfeuern. Die Erklärung für diese Thatsache liegt darin, daß die Stärke des Geschoßbodens und der Wände nicht im Verhältniß zum Kaliber, sondern langsamer wächst, so daß beim größeren Kaliber die Höhlung verhältnißmäßig größer ausfällt, mithin mehr Kugeln aufnehmen kann, und darin, daß beide Geschosse denselben Zünder haben.

Digitized by Google

Neben dem Gewicht entscheidet vornehmlich die Konstruktion des Schrapnels über die Größe der Kugelfüllung. In dieser Beziehung sind die eigentlichen Schrapnels, deren Füllung nur aus Kugeln besteht, die durch ein leichtes Zwischenmittel (Schwefel, Harz oder Raucherzeugungsmittel) festgelegt sind, zu unterscheiden von den obus à mitraille. Bei diesen lagern die Kugeln in gußeisernen, mit Kugellagern versehenen Scheiben. Durch die Wirkung der Sprengladung werden diese Scheiben in einzelne Stücke zerlegt, die ähnlich wie die Kugeln wirken, wegen ihrer unregelmäßigen Form aber rasch ihre Geschwindigkeit einbüßen und daher nur wirken können, wenn das Geschoß dicht vor dem Ziele krepirt.

Die eigentlichen Schrapnels unterscheiden sich wesentlich danach, ob die Sprengladung sich am Geschoßboden hinter der Kugelfüllung — „Bodenkammer" —, im Geschoßkopf vor der Kugelfüllung — „Kopfkammer" — oder in der Längsachse des Geschosses — „Röhre" oder „Mittelkammer" — befindet. Bei den Bodenkammerschrapnels ist die Kugelfüllung am kleinsten, da bei diesen die Sprengladung verhältnißmäßig groß*) und von den Kugeln durch eine starke eiserne oder stählerne Treibscheibe getrennt ist. Ferner geht von der inneren Höhlung noch der Raum verloren, durch welchen der Feuerstrahl vom Zünder nach der Sprengladung geleitet wird. Die Kopfkammer- und Röhrenschrapnels stehen sich in Bezug auf Größe der Kugelfüllung ziemlich gleich, da die Sprengladung bei beiden verhältnißmäßig klein sein kann und das Feuer vom Zünder unmittelbar in die Sprengkammer tritt.

Bei den obus à mitraille befindet sich die Sprengladung ebenfalls im Kopf. Sie ist aber verhältnißmäßig groß, weil dies Geschoß auch zum Einschießen dienen soll und daher eine starke beobachtungsfähige Sprengwolke haben muß.

Auch das Material, aus dem der Geschoßkörper (Eisenkern oder Hülse) gefertigt ist, hat großen Einfluß. Alle Schrapnels älterer Konstruktionen sind aus Sparsamkeitsgründen aus Gußeisen hergestellt. Wegen seiner geringen Festigkeit muß die Wandstärke verhältnißmäßig groß sein, so daß die Höhlung klein ausfällt. — Neuerdings werden die Geschoßkörper aus Stahl gefertigt,

*) Die Sprengladung soll den Kugeln noch einen Geschwindigkeitszuwachs ertheilen und darf daher nicht ganz klein sein.

Digitized by Google

wodurch die Höhlung und damit zugleich die Kugelfüllung vergrößert wird. Bei Stahlschrapnels kann man auf eine um 15 bis 20 pCt. größere Höhlung rechnen.

Die in Anlage 1 mitgetheilte Zusammenstellung giebt einen Ueberblick über die Kugelfüllung und Sprengladung verschiedener Konstruktionen und läßt den Einfluß verschiedener anderer Umstände erkennen.

Zu der Zusammenstellung ist zu bemerken, daß die Zahl der Füllkugeln allein kein Urtheil über den Werth einer Konstruktion zuläßt, daß vielmehr auch das Gewicht der einzelnen Kugel in Betracht zu ziehen ist. Beides vereinigt sich in dem „Gewicht der Kugelfüllung", welche Zahl unter sonst gleichen Verhältnissen als der beste Maßstab für den Werth eines Geschosses angesehen werden darf.

Bei den obus à mitraille ist zu berücksichtigen, daß das hohe Gewicht sich nicht allein auf die Kugeln bezieht, sondern daß auch die Eisenstücke mit darin eingeschlossen sind, die trotz des hohen Gewichts (bei dem französischen 26 g) nur geringe Wirkung haben.

Spalte 11 — Verhältniß des Gewichts der Kugelfüllung zum Geschoßgewicht — zeigt, welche Fortschritte im Laufe der Zeit bei den Bodenkammerschrapnels gemacht sind. Während bei den ersten Konstruktionen das Gewicht der Kugelfüllung höchstens 30 pCt. des Geschoßgewichts betrug, ist dasselbe bei den neuesten Konstruktionen bis auf 41 pCt., also um mehr als $^1/_3$ gestiegen. Noch günstiger würde dieses Verhältniß werden, wenn die Kugeln aus einem dichteren Stoff als Hartblei (Dichte 9,5) hergestellt werden könnten; Weichblei (Dichte 11,3) ist aber zu weich, Wolfram (Dichte 17) zu theuer. — Die Verwendung des Aluminiums als Zündermaterial gestattet vielleicht, ein noch günstigeres Verhältniß des wirksamen zum todten Gewicht herzustellen.

Unter den Röhrenschrapnels steht das deutsche Schrapnel C/91 obenan; das Schweizer Schrapnel, dessen Kugelfüllung 49 pCt. des Geschosses wiegt, ist für eine sehr kleine Geschützladung berechnet. Unter den Bodenkammerschrapnels sind die vorzüglichsten das spanische vom Jahre 1891 und das englische (Versuch); bei beiden wiegt die Kugelfüllung 41 pCt. des Geschosses. Dabei hat das spanische Schrapnel eine Sprengladung von 136 g, die eine genügende Beobachtungsfähigkeit gewährleistet.

Digitized by Google

§ 2. Die Stoßkraft.

Trifft ein Geschoß in seiner Bewegung auf einen Gegenstand, so übt es einen Stoß aus, der den Gegenstand an der Auftreffstelle mehr oder weniger zerstört. Die Kraft dieses Stoßes hängt von der im Geschoß aufgespeicherten „Bewegungsarbeit" oder „lebendigen Kraft" ab. Die Maßeinheit hierfür ist das „Meterkilogramm", d. h. diejenige Arbeit, die aufzuwenden ist, um eine Last von 1 kg 1 m hoch zu heben.

Ein Geschoß vom Gewicht P würde, mit der Geschwindigkeit v senkrecht in die Höhe geschossen, im luftleeren Raum eine Höhe von $\frac{v^2}{2g}$ *) ($g = 9{,}81$ m) erreichen. Die in ihm aufgespeicherte Arbeit, die durch das Steigen allmählich aufgezehrt wird, ist mithin $P \cdot \frac{v^2}{2g}$.

Um lebende Ziele außer Gefecht zu setzen, reicht schon eine geringe Kraft aus. Nach deutschen Versuchen genügt für eine 13 g schwere Weichbleikugel eine Auftreffgeschwindigkeit von 110 m, d. h. eine Arbeit von etwa 8 mkg; danach würde für eine 11 g schwere Kugel eine Geschwindigkeit von etwa 120 m erforderlich sein.

Oberst Langlois**) spricht die Ansicht aus, daß auch die Größe des Querschnitts des Geschosses von Einfluß sei. Richtig ist unbedingt, daß in allen Fällen, wo es sich um das Durchschlagen fester Ziele (Panzerplatten u. dgl.) handelt, ein kleiner Querschnitt von Vortheil ist, weil das Geschoß alsdann nur einen kleinen Theil des Ziels zu zerstören braucht. Hier ist das Verhältniß der Bewegungsarbeit zur Treffläche oder zum Geschoßquerschnitt — die Belastung des Querschnitts mit Arbeit — das Entscheidende. Bei lebenden Zielen kommt es aber nicht bloß auf das Durchschlagen an. Eine starke Kontusion, verbunden mit einem Knochenbruch, wird das Lebewesen ebenso außer Gefecht

*) Ein mit der Geschwindigkeit v senkrecht in die Höhe geschossener Körper hat nach t Sekunden die Geschwindigkeit $v - tg$. Der von ihm zurückgelegte Weg ist $vt - t^2g/2$. Der Körper steigt, bis $v = tg$ wird; dann ist $t = v/g$ und der zurückgelegte Weg, d. h. die Höhe, bis zu welcher er überhaupt steigen kann $\frac{v^2}{2g}$.

**) „L'artillerie de campagne en liaison avec les autres armes" Th. I S. 70.

Digitized by

ſetzen, wie eine tiefe Wunde von geringem Umfang. Ob ein Menſch von einer 1 kg ſchweren Bleikugel (Querſchnitt 11,2 qcm), die aus einer Höhe von 8 m herabfällt, getroffen wird, oder von einer 10 g ſchweren Kugel (Querſchnitt 0,52 qcm), die aus einer Höhe von 800 m fällt (Auftreffgeſchwindigkeit 124 m), wird ziemlich gleichgültig ſein. Im erſteren Fall kommen auf 1 qcm Treffſläche nur 0,72 mkg, im zweiten dagegen etwa 15,3 mkg. Die „Durchſchlagskraft" iſt alſo hier etwa 20 Mal ſo groß; aber es wäre abſurd, behaupten zu wollen, daß auch die Wirkung gegen ein lebendes Weſen 20 mal ſo groß ſei.

In Frankreich wird die Kraft, welche nothwendig iſt, einen Menſchen außer Gefecht zu ſetzen, erheblich niedriger (zu etwa 4 mkg) veranſchlagt, dagegen die, um ein Pferd außer Gefecht zu ſetzen, erheblich höher (zu etwa 19 mkg). Nach Langlois wird für Hartbleikugeln von 11 g eine Geſchwindigkeit von 81 bezw. 175 m

= = 13 = = = = 79 = 169 =

= = 15 = = = = 77 = 166 =

verlangt. Jedenfalls hat in Frankreich die Rückſicht auf die Pferde dazu geführt, das Gewicht der Kugeln auf 15 g feſtzuſetzen.

Die Auftreffgeſchwindigkeit der Schrapnelkugeln hängt ab von deren Geſchwindigkeit im Sprengpunkt und der Größe der Sprengweite. Dieſe iſt inſofern von großer Bedeutung, als die leichten Schrapnelkugeln durch den Luftwiderſtand ſehr an Geſchwindigkeit einbüßen.

Nachſtehende Zuſammenſtellung (1) giebt die Wirkungstiefe eines Schrapnels mit Rückſicht auf die Stoßkraft ſeiner Kugeln an.

Zuſammenſtellung 1.

Geſchwindigkeit der Schrapnelkugel im Sprengpunkt m	Die Geſchwindigkeit der Kugel ſinkt auf 110 bezw. 120 m auf einer Entfernung von x m vom Sprengpunkt	
	13 g ſchwere Kugel (Weichblei)	11 g ſchwere Kugel (Hartblei)
500	x = 463	334
450	450	323
400	436	315
350	416	298
300	387	276
250	325	230
200	245	161

Digitized by Google

Die Schrapnelkugel von größerem Gewicht und größerer Dichte zeigt eine merkliche Ueberlegenheit. Die schwerere Kugel braucht weniger Geschwindigkeit und verliert dieselbe überdies langsamer. Zusammenstellung 2 giebt die Wirkungstiefe des Schrapnels C/82 und des Schrapnels C/91, wie sich dieselbe mit Rücksicht auf die Stoßkraft ihrer Kugeln stellt.

Zusammenstellung 2.

Entfernung m	Wirkungstiefe des Schrapnels C/82 m	Wirkungstiefe des Schrapnels C/91 m
1000	400	282
2000	344	249
3000	301	206
3500	279	195
4000		178
4500		161

Es geht hieraus hervor, daß die Wirkungstiefe des Schrapnels C/82, insoweit sie von der Stoßkraft der Kugeln abhängt, um 84 bis 118 m, d. h. um 30 pCt. größer ist, als die des Schrapnels C/91.

Bei den ersten Schrapnels der gezogenen Geschütze, deren Geschwindigkeit gering war, wurden nur Weichbleikugeln, meist 17 g schwer, angewendet; die überall eingetretene Steigerung der Geschoßgeschwindigkeit erlaubte, das Gewicht herabzusetzen.

Bei den Bodenkammerschrapnels wird die Stoßkraft der Kugeln dadurch vergrößert, daß die hinter den Kugeln angebrachte Sprengladung denselben einen Zuwachs an Geschwindigkeit ertheilt. Bei Versuchen, die mit in Ruhe befindlichen Schrapnels ausgeführt sind, hat man die Geschwindigkeit der vor der Sprengladung gelagerten Kugeln zu 80 m gemessen.*) Wenngleich nicht alle Kugeln eine so hohe Geschwindigkeit erhalten haben werden, so wird man doch wohl auf einen Geschwindigkeitszuwachs von durchschnittlich 50 m rechnen dürfen. Zusammenstellung 1 läßt erkennen, daß dadurch die Wirkungstiefe eines

*) Müller, „Entwickelung der Feldartillerie" Th. II, S. 154.

Digitized by

Schrapnels mit 11 g schweren Kugeln und 250 m Geschwindigkeit im Sprengpunkt um etwa 46 m (von 230 auf 276 m) gesteigert wird.

Befindet sich die Sprengladung im Geschoßkopf, wie bei den obus à mitraille, so wird dadurch die Geschwindigkeit der Kugeln verringert. Nach Langlois (Th. I S. 66) erleiden die Kugeln des französischen obus à mitraille einen Geschwindigkeitsverlust von etwa 15 m. Auch dieser Umstand mag dazu beigetragen haben, das Gewicht der Kugeln so hoch zu bestimmen.

Da ein Schrapnel von großer Querdichte seine Geschwindigkeit weniger schnell verliert als ein solches von geringer Querdichte, so muß unter sonst gleichen Umständen das Geschoß von größerem Kaliber dem von kleinerem in Bezug auf Stoßkraft der Kugeln voranstehen.

§ 3. Die Ausbreitung der Sprengtheile.

Die Ursache für die Ausbreitung der Kugeln und Sprengstücke kann eine doppelte sein. Durch die Achsendrehung des Geschosses wird den Kugeln 2c. im Augenblick des Krepirens eine je nach der Umdrehungsgeschwindigkeit und je nach ihrer Lage im Geschoß verschieden große tangentiale Geschwindigkeit ertheilt. Bei Röhrenschrapnels ertheilt außerdem die in der Geschoßachse gelagerte Sprengladung den Kugeln 2c. eine je nach ihrer Größe verschiedene Geschwindigkeit senkrecht zur Geschoßachse. Infolge dessen entsteht hier in der Mitte des Streuungskegels ein leerer Raum, um den sich die Sprengtheile ringförmig gruppiren. Die Lagerung der Sprengladung in der Geschoßachse wird den Kegelwinkel stets vergrößern.

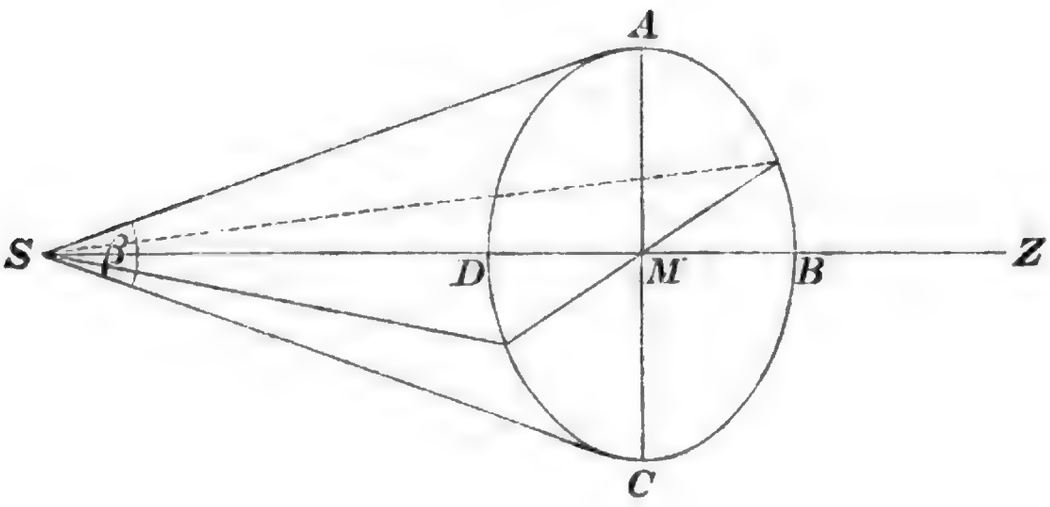
Bei den Boden- und Kopfkammerschrapnels ist die Ausbreitung der Kugeln hauptsächlich Folge der Achsendrehung des Geschosses. Daher ist hier der Kegelwinkel kleiner und die Vertheilung der Sprengtheile innerhalb des Streuungskegels gleichmäßiger.

Die Größe des Kegelwinkels nur durch Versuche zu ermitteln, ist außerordentlich schwierig; man erhält aber auch durch Rechnung recht brauchbare Näherungswerthe, zumal wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Kegelwinkel selbst recht verschieden von Schuß zu Schuß ausfallen und daß die gefundenen Zahlen vorzugsweise nur

zur Anstellung von Vergleichen verwerthet werden dürfen, also weniger einen absoluten als vielmehr relativen Werth besitzen.

Es sei (Figur 1) S der Sprengpunkt eines Schrapnels, S Z die Flugbahn desselben, wenn es nicht krepirt wäre. A B C D sei der Durchschnitt des Streuungskegels senkrecht zur Flugbahn. Ist $\overset{\frown}{A S B}$ der halbe Kegelwinkel $\beta/_2$, so ist $\operatorname{tg} \beta/_2 = \frac{A M}{S M}$.

Figur 1.



A M ist proportional der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Sprengtheile in radialer Richtung von der Geschoßachse entfernen, S M proportional der fortschreitenden Geschwindigkeit, welche gleich zu setzen ist der Geschwindigkeit des Schrapnels im Sprengpunkt, bei Boden- bezw. Kopfkammerschrapnels noch vermehrt bezw. vermindert um die Geschwindigkeit, die den Kugeln durch die Sprengladung ertheilt wird.

Denkt man sich unmittelbar nach dem Austritt des Geschosses aus dem Rohr die Kohäsion des Eisenkerns aufgehoben, ohne daß die einzelnen Theile durch die Sprengladung eine Geschwindigkeit senkrecht zur Geschoßachse erhielten, so würde die Größe des Kegelwinkels lediglich von dem Verhältniß der Umdrehungsgeschwindigkeit der am Geschoßumfang gelagerten Theile zur fortschreitenden — in diesem Falle der Anfangs- — Geschwindigkeit abhängen. Ist v_0 die Anfangsgeschwindigkeit, α der Drallwinkel, so ist die Umdrehungsgeschwindigkeit eines Punktes am Geschoßumfange $v_0 \operatorname{tg} \alpha$. Durch das Verhältniß der Umdrehungs-

geschwindigkeit zur fortschreitenden wird die Tangente des halben Kegelwinkels ausgedrückt. Es ist mithin

$$\operatorname{tg} \beta/2 = \frac{A\,M}{A\,S} = \frac{v_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{v_0},$$

mithin $\beta = 2\,\alpha$; d. h. der Kegelwinkel ist gleich dem doppelten Drallwinkel.

Während die fortschreitende Geschwindigkeit mit zunehmender Schußweite abnimmt, kann die Umdrehungsgeschwindigkeit als gleichbleibend angesehen werden. Daher wird der Kegelwinkel mit Zunahme der Schußweite größer.

Bei den Röhrenschrapnels erhalten die Füllkugeln durch die Sprengladung noch eine seitliche Geschwindigkeit, die auf allen Entfernungen dieselbe ist. Ist u die durch die Sprengladung erzeugte seitliche Geschwindigkeit und, wie oben entwickelt, $v_0 \operatorname{tg} \alpha$ die Umdrehungsgeschwindigkeit eines Punktes am Geschoßumfang, so ergiebt sich aus beiden als Resultante die Geschwindigkeit $c = \sqrt{(v_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 + u^2}$. Bezeichnet v_n die Geschwindigkeit des Schrapnels und β_n den Kegelwinkel auf der Entfernung n, so wird

$$\operatorname{tg} \beta_n/2 = \frac{\sqrt{(v_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 + u^2}}{v_n}.$$

Beispiel: Für das Schrapnel C/82 ist durch Versuche u zu 40 bis 45, im Mittel also 42,5 m, ermittelt;*) $v_0 \operatorname{tg} \alpha$ ist $= 419 \cdot \operatorname{tg} 3^{10}/_{16}° = 26{,}5$ m; $v_{2000} = 271$ m. Daraus ergiebt sich für die Entfernung von 2000 m

$$\operatorname{tg} \beta/2 = \frac{\sqrt{26{,}5^2 + 42{,}5^2}}{271} = \frac{50}{271};\ \text{mithin}$$

$$\beta/2 = 10^7/_{16}°,\ \text{also}$$

$$\beta = 20^{14}/_{16}°.$$

Für die übrigen Entfernungen errechnet sich der Kegelwinkel wie folgt:

An der Mündung	13^{10}**)
auf 500 m	15^{13}
= 1000 = ...	17^{12}
= 1500 = ...	19^{10}

*) Müller, „Entwickelung der Feldartillerie" Th. II, S. 154.

**) Die kleinen Zahlen bedeuten Sechzehntel-Grade.

Digitized by Google

auf 2000 m	20^{14}
= 2500 = ...	22^{7}
= 3000 = ...	24^{0}
= 3500 = ...	25^{10}

Der Entwurf der Schießvorschrift von 1893 giebt in Z. 22 Anm. den Kegelwinkel des Schrapnels C/82 auf 2000 m zu 20 bis 22° an; die Sch. V. von 1890 sagte in Z. 20, die Kegelwinkel betragen je nach der Entfernung 15 bis 25°, was mit vorstehender Berechnung sehr gut stimmen würde.*)

Um für das Schrapnel C/91 eine gleiche Berechnung anzustellen, fehlt die Angabe aus einem Sprengversuch über die Größe u. Setzt man diese, wie beim Schrapnel C/82, auf 42,5 m fest, so stellen sich die Kegelwinkel infolge der größeren Umdrehungsgeschwindigkeit und geringeren Querdichte um eine Kleinigkeit höher, nämlich für:

500 m	auf 15^{14}
1000 = ...	= 18^{2}
1500 = ...	= 19^{14}
2000 = ...	= 21^{8}
2500 = ...	= 23^{2}
3000 = ...	= 24^{10}
3500 = ...	= 26^{1}
4000 = ...	= 27^{8}
4500 = ...	= 28^{14}

*) In Müllers „Entwickelung der Feldartillerie" Th. II, S. 182 ist der Kegelwinkel für die Entfernungen 1500 bis 2500 m zu 17 bis 20° angegeben, also wesentlich kleiner. Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß bei den betreffenden Versuchen mit verminderter Ladung geschossen wurde, wodurch die Umdrehungsgeschwindigkeit kleiner ausfiel. Der Kegelwinkel für 2500 m wurde z. B. so bestimmt, daß das Geschoß mit einer Geschwindigkeit von 259 m (v_{2300}) verschossen, 200 m vor dem Geschütz zum Krepiren gebracht und der Kegelwinkel aus der Ausbreitung der Sprengtheile auf einer 10 m davon aufgestellten Scheibe bestimmt wurde. Die Rechnung würde ergeben

$$\operatorname{tg} \beta/2 = \frac{\sqrt{(259 \cdot \operatorname{tg} 3^{10}/_{16}°)^2 + 42{,}5^2}}{252},$$

woraus folgt $\beta/2 = 10^{1}/_{16}°$ also $\beta = 20^{8}/_{16}°$. Eine größere Uebereinstimmung zwischen Versuch und Rechnung wird kein Kundiger erwarten, zumal bei der Aufnahme vereinzelt sitzende Sprengtheile unberücksichtigt bleiben und der Versuch stets Unterschiede von 2 bis $2^{1}/_{2}°$ aufweist.

Auch diese Zahlen stimmen gut mit der Sch. V. Z. 20 überein, welche angiebt, daß die Größe des Kegelwinkels je nach der Entfernung wechselt und im Mittel 21 bis 22° beträgt.

Etwas schwieriger ist die Bestimmung der Kegelwinkel der Bodenkammerschrapnels. Die Ausbreitung der Kugeln wird vornehmlich durch die Achsendrehung hervorgerufen; es kann aber auch durch die in der Hülse enthaltene Ladung, die das Feuer vom Zünder nach der Bodenkammer leitet, eine Ausbreitung verursacht werden; endlich kann durch die Form der Treibscheibe (gewölbt) die Ausbreitung der Kugeln begünstigt werden.

Wenn man annimmt, daß die Ausbreitung der Kugeln lediglich durch die Achsendrehung hervorgerufen wird — je größer dieselbe ist, um so mehr nähert man sich dabei der Wahrheit — so ist, wenn w die durch die Sprengladung erzeugte Geschwindigkeit der Kugeln in der Richtung der Flugbahn bedeutet,

$$\operatorname{tg} \beta/2 = \frac{v_o \operatorname{tg} \alpha}{v_n + w}.$$

Beispiel: Nach Müllers „Entwickelung der Feldartillerie" (Th. II, S. 154) wurde bei Versuchen mit stählernen 8,8 cm Bodenkammerschrapnels die durch die Sprengladung erzeugte Geschwindigkeit der Kugeln in der Richtung der Geschoßachse (w) zu 80 m gefunden. Offenbar ist das die größte Geschwindigkeit, die ein Sprengtheil erhielt; die Durchschnittsgeschwindigkeit ist vielleicht nur halb so groß gewesen. Setzt man also $w = 40$ m, so wird

$$\operatorname{tg} \beta/2 = \frac{v_o \operatorname{tg} 3^{10}/_{16}^\circ}{v_n + 40}.$$

Mit Hülfe dieser Formel findet man alsdann die Kegelwinkel für die aus dem schweren Feldgeschütz C/73 verschossenen Bodenkammerschrapnels, wie folgt:

Entfernung	500 m	Kegelwinkel	7^{10}
=	1000 =	=	8^{7}
=	1500 =	=	9^{2}
=	2000 =	=	9^{12}
=	2500 =	=	10^{6}
=	3000 =	=	11
=	3500 =	=	11^{11}

Digitized by

Bemerkenswerth ist die langsame Zunahme der Kegelwinkel. Gemessen wurden sie auf den Entfernungen von 1500 bis 2500 m zu $9^1/_2$ bis $10^1/_2$, also etwas größer. In der Rechnung ist nicht berücksichtigt die durch die Sprengladung hervorgerufene seitliche Geschwindigkeit der Kugeln, die auf etwa 10 m zu schätzen ist.

Bei den Kopfkammerschrapnels können die Kegelwinkel ähnlich ermittelt werden; nur ist natürlich w eine negative Größe. Nach Langlois (Th. I, S. 66) wird die Geschwindigkeit der Kugeln durch die im Geschoßkopf lagernde Sprengladung um etwa 15 m verringert. Da für das französische 90 mm obus à mitraille ($v_0 = 432$) der Enddrall 7° beträgt, so wird

$$\operatorname{tg} \beta/2 = \frac{432 \operatorname{tg} 7°}{v_n - 15} = \frac{53}{v_n - 15}.$$

Hiernach errechnen sich die Kegelwinkel, wie folgt:

Entfernung	500 m	Kegelwinkel	16^4
=	1000 =	=	18^2
=	1500 =	=	19^{10}
=	2000 =	=	21^2
=	2500 =	=	22^1
=	3000 =	=	23^4
=	3500 =	=	24^4

Wenngleich es sich hier nur um Näherungswerthe handelt, so geht doch soviel mit Sicherheit daraus hervor, daß die weitverbreitete Ansicht, wonach die Anbringung der Sprengladung im Geschoßkopf sehr große Kegelwinkel zur Folge habe, grundfalsch ist. Die Kegelwinkel sind ungefähr denen des Schrapnels C/82 gleich. Die Ausbreitung der Kugeln ist lediglich Folge der starken Drehungsgeschwindigkeit des Geschosses, die gerade doppelt so groß ist, wie die des Schrapnels C/82. — Langlois giebt die „Oeffnung des Streuungskegels" auf 2500 m zu 0,298, den Kegelwinkel also zu $17^1/_2°$, Oberst Marsillon dagegen zu etwa 20°, beide also noch niedriger an, als er oben errechnet ist.

Ist der Kegelwinkel bekannt, so kann man sich über die Ausbreitung der Sprengtheile bei gegebener Sprengweite und damit über die Wirkung des Schrapnels eine Vorstellung machen. Es ist klar, daß alle Sprengtheile innerhalb des Kreises liegen, der entsteht, wenn der Streuungskegel durch eine Ebene senkrecht zu

ſeiner Achſe geſchnitten wird. Für die Sprengweite s iſt der Durchmeſſer dieſes Kreiſes $2\ s\ \mathrm{tg}\ \beta/_2$, ſein Inhalt alſo $(s \cdot \mathrm{tg}\ \beta/_2)^2\ \pi$. Bezeichnet N die Zahl der Sprengtheile, ſo entfallen auf je 1 qm dieſes Kreiſes $\frac{N}{(s\ \mathrm{tg}\ \beta/_2)^2\ \pi}$. Dieſe Größe, das Verhältniß zwiſchen der Zahl der Sprengtheile eines Schrapnels und dem Flächeninhalt des Kreiſes, nennen wir fortan die „Dichtigkeit der Treffer". Es iſt klar, daß die Wahrſcheinlichkeit, ein Ziel von beſtimmter Größe zu treffen, abhängt von der „Dichtigkeit der Treffer" oder der auf 1 qm ſenkrechter Trefffläche entfallenden Trefferzahl.

Beiſpiel: Wie groß iſt die Dichtigkeit der Treffer beim Schießen mit dem Schrapnel C/91 auf 2000 m bei 50 m Sprengweite?

Zahl der Sprengtheile (N) nach der Sch.-V. Z. 41 = 300. Kegelwinkel $\beta = 21^8$; mithin iſt die Dichtigkeit der

$$\text{Treffer} = \frac{300}{(50\ \mathrm{tg}\ 10^{12})^2\ \pi} = 1{,}06.$$

Bei der Sprengweite von 100 m ſinkt die Dichtigkeit der Treffer auf 0,265; ſie nimmt mit dem Quadrat der Sprengweite ab.

Beim Schrapnel C/82, deſſen Kegelwinkel 20^{14} beträgt, iſt die Dichtigkeit der Treffer 1,12 bezw. 0,280, alſo um etwa 6 pCt. größer.

Es iſt wohl kaum nöthig, noch beſonders hervorzuheben, daß die errechnete „Dichtigkeit der Treffer" und die daraus abgeleiteten Folgerungen nur die Bedeutung von Durchſchnittswerthen haben, da die Vertheilung der Treffer auf der Trefffläche keineswegs gleichmäßig iſt. Das gilt ganz beſonders von den Röhrenſchrapnels, bei denen ſich in der Mitte der Trefffläche ein faſt ganz leerer Raum befindet; aber auch nach dem Rande zu ſitzen die Treffer ſehr viel lichter. Beim Boden- und Kopfkammerſchrapnel iſt die Vertheilung der Treffer viel gleichmäßiger; aber an den Grenzen der Trefflächen ſind auch hier die Treffer dünner geſäet. Infolge deſſen werden beim Schießen trotz gleicher Sprengweiten die Treffergebniſſe gegen Ziele gleicher Größe verſchieden ausfallen. Der errechnete Durchſchnittswerth wird ebenſo oft nicht erreicht,

Digitized by Google

wie übertroffen werden. Als Mittel- und Vergleichungswerth hat er aber doch eine hohe Bedeutung.

Mit Hülfe der Anlagen 2, 3 und 4 ist man im Stande, die „Dichtigkeit der Treffer" leicht zu errechnen. Anlage 2 enthält die Zusammenstellung der vorstehend errechneten Kegelwinkel für verschiedene Schrapnels; Anlage 3 giebt für jeden Kegelwinkel von halben zu halben Graden das Verhältniß des Durchmessers des Streuungskreises zur Sprengweite ($2 \operatorname{tg} \beta/2$). Multiplizirt man also diese Zahlen mit der Sprengweite, so erhält man den Durchmesser des Streuungskreises. In Anlage 4 ist für diesen Durchmesser des Streuungskreises die Dichtigkeit der Treffer für ein Schrapnel von 100 Sprengtheilen

$$\left(\frac{100}{(2\ s\ \operatorname{tg}\ \beta/2)^2\ \pi} = \frac{127{,}3}{(s\ \operatorname{tg}\ \beta/2)^2} \right)$$

errechnet. Für ein Schrapnel von $n \cdot 100$ Sprengtheilen ist die in Anlage 4 gefundene Zahl mit n zu multipliziren.

Beispiel: Wie groß ist die Dichtigkeit der Treffer des französischen 90 mm obus à mitraille auf 2000 m bei 50 m Sprengweite?

Nach Anlage 2 ist der Kegelwinkel 21², nach Anlage 3 der Durchmesser des Streuungskegels $50 \cdot 0{,}372 = 18{,}6$ m, nach Anlage 4 ist die Dichtigkeit der Treffer für ein Schrapnel
von 100 Sprengtheilen bei einer Ausbreitung von 18 m 0,393,
" " " " 19 " 0,353,
mithin bei einer Ausbreitung von 18,5 m 0,369.

Nach Anlage 1 hat das obus à mitraille 237 Sprengtheile; die Dichtigkeit der Sprengtheile beträgt mithin $2{,}37 \cdot 0{,}369$ oder 0,874, d. h. sie ist um mehr als 20 pCt. geringer als beim deutschen Schrapnel C/91. Trotz seiner zweifellosen ballistischen Ueberlegenheit steht also das französische Feldgeschütz dem deutschen an Wirkung auf 2000 m nach.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, daß die Dichtigkeit der Treffer unter sonst gleichen Verhältnissen um so größer wird, je kleiner der Kegelwinkel ist. Der Kegelwinkel wächst aber um so langsamer, je langsamer die fortschreitende Geschwindigkeit abnimmt; d. h. je größer unter sonst gleichen Umständen die Querdichte des Geschosses ist. Da diese eine Funktion des Kalibers ist, so folgt daraus, daß unter sonst gleichen Umständen die

Digitized by

Dichtigkeit der Treffer bei einem Schrapnel großen Kalibers größer sein muß als bei einem solchen von kleinerem Kaliber.

§ 4. Die Größe des Ziels.

Daß die Wirkung, d. h. die Zahl der Treffer, mit der Größe des Ziels wächst, ist klar. Liegt das ganze Ziel innerhalb der Ausbreitung der Sprengtheile, d. h. ist es nicht breiter als der Durchmesser des Streuungskegels, so wächst die Zahl der Treffer proportional mit der Größe des Ziels. Sie ist das Produkt aus der Dichtigkeit und der in Metern ausgedrückten senkrechten Oberfläche des Ziels.

Beispiel: Wie viel Treffer pro Schuß sind vom Schrapnel C/91 auf 2000 m bei 50 m Sprengweite gegen eine Scheibe von 10 m Breite und 1,7 m Höhe zu erwarten?

Da nach Anlage 3 der Durchmesser des Streuungskegels bei einem Kegelwinkel von 21° und 50 m Sprengweite nahezu 19 m beträgt, so liegt das Ziel ganz innerhalb des Streuungskegels. Die Zielfläche ist $10 \cdot 1{,}7 = 17$ qm. Da, wie in § 3 errechnet, die Dichtigkeit der Treffer 1,06 beträgt, so ist die Zahl der pro Schuß zu erwartenden Treffer $17 \cdot 1{,}06 = 18{,}02$.

Ist das Ziel breiter als die Ausbreitung der Sprengtheile, so ist natürlich nur diese letztere in Rechnung zu stellen. Eine Scheibe von 40 m Breite würde im vorliegenden Falle nur in einer Breite von 19 m getroffen werden können und die höchstmögliche Trefferzahl danach $19 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}06 = 34{,}2$ Treffer pro Schuß sein.

Bei gefechtsmäßigen Zielen (Schützenlinien, Batterien ꝛc.) ist zu ermitteln, wieviel Mann, Reiter oder Pferde sich innerhalb des Streuungskegels befinden, und für jeden Mann ꝛc. eine entsprechende Treffffläche in Rechnung zu stellen. Die „Schießvorschrift für die Infanterie" giebt S. 25 die Abbildung einer Figurenscheibe, aus welcher die nachstehenden Treffflächen errechnet sind. Demnach beträgt die Treffffläche für die

Kopfscheibe . . .	596 qcm,	also rund	0,06 qm
Brustscheibe . . .	1278 =	= =	0,13 =
Rumpfscheibe . .	2278 =	= =	0,23 =
Kniescheibe . . .	3538 =	= =	0,35 =
ganze Figur . .	4998. =	= =	0,5 =

Nach Langlois (Th. I, S. 188) ist durch photogrammetrische Aufnahmen in Italien die verwundbare Oberfläche eines Mannes 2c., wobei von Bekleidung und Ausrüstung ganz abgesehen ist, wie folgt, bestimmt:

Infanterist stehend von vorn . . .	0,4753 qm
= = = der Seite . .	0,2799 =
= knieend = vorn . . .	0,3248 =
= liegend	0,1612 =
= = Kopf und Schultern verbergend	0,1190 =
Pferd von vorn	0,8362 =
= = der Seite	1,5922 =
Reiter von vorn	1,1290 =
= = der Seite	1,8006 =

Abgesehen von den liegenden Schützen, die bei uns durch Kopf- oder Brustscheiben dargestellt werden, sind die aus den italienischen Aufnahmen stammenden Maße den deutschen nahezu gleich. Sie sind etwas kleiner, weil sie nur die wirklich verwundbare Treffffläche berücksichtigen. Den weiteren Betrachtungen liegen folgende abgerundete Maße zu Grunde:

Stehender Mann von vorn . . .	0,5 m,
= = = der Seite. .	0,3 =
Knieender = = ...	0,35 =
Liegender = = ...	0,125=
Pferd von vorn	0,85 =
Reiter = = ...	1,2 =

Anwendungen.

A. Wie viel Treffer sind auf 1000 bezw. 2000 m von dem Schrapnel C/91 gegen eine Linie liegender Schützen (auf je 1 Schritt = 0,8 m Frontlänge 1 Schütze) bei Sprengweiten von 50, 100, 150, 200 und 250 m zu erwarten?

1. Auf 1000 m.

Kegelwinkel 18²; Ausbreitung der Sprengtheile bei 50 m Sprengweite 15,95 m; mithin können getroffen werden 20 Schützen, also treffbare Fläche $20 \cdot 0{,}125 = \mathbf{2{,}5}$ qm. — Dichtigkeit der Treffer $3 \cdot 0{,}497 = \mathbf{1{,}49}$.

Digitized by Google

Zahl der zu erwartenden Treffer mithin 2,5 · 1,49 oder 3,72 Treffer pro Schuß.

In gleicher Weise könnte die Wirkung für die übrigen Sprengweiten errechnet werden. Man kann aber auf kürzerem Wege dazu gelangen. Da die Dichtigkeit der Treffer mit dem Quadrat der Sprengweite abnimmt, dagegen die Größe der Treffffläche mit der Ausbreitung der Sprengtheile, also auch der Größe der Sprengweite zunimmt, so folgt daraus, daß die Trefferzahl im umgekehrten geometrischen Verhältniß zur Sprengweite steht, d. h. daß bei 100, 150 ꝛc. m Sprengweite die Trefferzahl 1/2, 1/3 ꝛc. mal so groß ist wie bei 50 m Sprengweite.

Man erhält also bei

100 m	Sprengweite	1,86	Treffer	pro	Schuß,
150 =	=	1,24	=	=	=
200 =	=	0,93	=	=	=
250 =	=	0,75	=	=	=

2. Auf 2000 m.

Kegelwinkel 21°; Ausbreitung der Sprengtheile bei 50 m Sprengweite 19 m; mithin können getroffen werden 23 Schützen mit 2,87 qm Treffffläche; Dichtigkeit der Treffer 3 · 0,353 = 1,06. Mithin sind 2,87 · 1,06 = **3,04** Treffer pro Schuß zu erwarten.

Für	die	Sprengweite	von	100 m	also	1,52	Treffer,
=	=	=	=	150 =	=	1,01	=
=	=	=	=	200 =	=	0,76	=
=	=	=	=	250 =	=	0,61	=

Bemerkenswerth ist der geringe Unterschied in der Wirkung auf 1000 und 2000 m. Während die Entfernung auf das Doppelte gestiegen ist, ist die Wirkung nur um etwa 22 pCt. gesunken.

Gegen knieende Schützen würde die Wirkung 2,9, gegen stehende 4,0 mal so hoch sein, wie gegen liegende.

Manchem meiner Leser, welcher Versuchsergebnisse im Gedächtniß hat, werden diese Trefferzahlen sehr niedrig vorkommen; ich bemerke daher, daß, wo die liegenden Schützen durch Bretter von 0,5 m im Quadrat dargestellt sind, wie dies früher allgemein üblich war, die Trefferzahl der Treffffläche entsprechend natürlich doppelt so groß sein muß, und daß, wenn man — wie dies zu

Digitized by

Verſuchszwecken oft geſchieht und geſchehen muß — gegen geſchloſſene Scheibenwände von 0,5 m Höhe ſchießt, die Wirkung auf das 3,2fache ſteigt. — Andererſeits ſinkt die Wirkung, wenn die Schützenlinie lockerer aufgeſtellt iſt. Befindet ſich z. B. erſt auf 1 m Frontlänge je 1 Schütze, ſo ſinkt die Wirkung um 20 pCt.

B. Wieviel Treffer pro Schuß ſind gegen eine Batterie in Feuerſtellung auf 2000 und 3000 m bei Sprengweiten von 50, 1000 ꝛc. m zu erwarten?

Jedes Geſchütz iſt mit ſechs Mann beſetzt, davon ſtehen drei mit der Front, drei mit der Seite nach dem Feinde zu. Zu je zwei Geſchützen gehört noch ein Zugführer (Frontſcheibe). Danach beträgt die Treffſläche eines Geſchützes $3{,}5 \cdot 0{,}5 + 3 \cdot 0{,}3 = 2{,}65$ qm. Bei der Batterie befinden ſich außerdem: 1 Batterieführer, 1 Trompeter, ferner an den Munitionswagen 1 Unteroffizier 10 Mann. Rechnet man für dieſe 13 Mann Frontſcheiben, in Summa alſo 6,5 qm und ſetzt dementſprechend jedem Geſchütz 1,08 qm Treffſläche zu, ſo iſt für je ein Geſchütz eine Treffſläche von 3,73 qm in Anſatz zu bringen.

1. Auf 2000 m.

Kegelwinkel 21°. Die Ausbreitung der Sprengtheile beträgt bei:

50 m	Sprengweite	19 m,	
100	=	=	38 =
150	=	=	57 =
200	=	=	76 =
250	=	=	95 =

Wird auf ein mittleres Geſchütz gerichtet, ſo können — Seitenabſtände von 16 m vorausgeſetzt — bei 50 m Sprengweite 1 Geſchütz, bei 100 und 150 m Sprengweite 3 Geſchütze, bei 200 m 5 und bei 250 m 6 Geſchütze getroffen werden.

Demnach iſt die zu erwartende Wirkung bei einer Sprengweite von

50 m	$3{,}73 \cdot 1{,}06$	$= 3{,}95$	Treffer,
100 =	$11{,}19 \cdot 0{,}265$	$= 2{,}93$	=
150 =	$11{,}19 \cdot 0{,}12$	$= 1{,}34$	=
200 =	$18{,}65 \cdot 0{,}066$	$= 1{,}23$	=
250 =	$22{,}38 \cdot 0{,}042$	$= 0{,}94$	=

Digitized by

2. Auf 3000 m.

Kegelwinkel 24'°; Ausbreitung der Sprengtheile bei einer Sprengweite von

50 m	21,8 m;	mithin	Wirkung	gegen	1	Geschütz,
100 =	43,6 =	=	=	=	3	Geschütze,
150 =	65,4 =	=	=	=	5	=
200 =	87,2 =	=	=	=	6	=

Demnach ist die zu erwartende Wirkung bei

50 m	Sprengweite	3,73 · 0,78	= 2,91	Treffer,
100 =	=	11,19 · 0,195	= 2,18	=
150 =	=	18,65 · 0,087	= 1,62	=
200 =	=	22,38 · 0,05	= 1,12	=

Auf 2000 m sinkt die Geschwindigkeit der Kugeln bei Sprengweiten über 250 m (genauer 249 m, s. § 2 Zusammenstellung 2), auf 3000 m bei solchen über 200 m (genauer 206) unter dasjenige Maß, welches erforderlich ist, um lebende Ziele sicher außer Gefecht zu setzen.

Die für die Artillerieziele errechneten Trefferzahlen übertreffen die Erfahrungssätze nicht unwesentlich. Weiter unten werden die Ursachen für diese Thatsache betrachtet werden.

§ 5. Die Krümmung der Bahn.

Die Krümmung der Bahn bezw. der Fallwinkel in Verbindung mit der Geschwindigkeit des Schrapnels im Sprengpunkt sind von größtem Einfluß auf die Wirkungstiefe des Schrapnels. Mit Hülfe der „Leichtfaßlichen Methode" von Braccialini (übersetzt von v. Scheve) läßt sich die Flugbahn der Schrapnelkugeln leicht aus ihrer Geschwindigkeit und ihrer Richtung berechnen. Ein besonderes Interesse hat die Kenntniß der Flugbahnen der höchsten und tiefsten Schrapnelkugeln, weil sie den Streuungskegel begrenzen.

Die höchste Schrapnelkugel geht vom Sprengpunkt unter einem Winkel zur Wagerechten ab, der gleich dem Unterschied zwischen dem halben Kegelwinkel und dem Fallwinkel des Schrapnels im Sprengpunkt ist; der Abgangswinkel der tiefsten Schrapnelkugel ist gleich der Summe des halben Kegelwinkels und des

Digitized by

Fallwinkels. Ist der halbe Kegelwinkel größer als der Fallwinkel, was beim Schrapnel C/91 auf allen Entfernungen unter etwa 3000 m der Fall ist, so steigt die Bahn der obersten Schrapnelkugel noch an, und man erhält eine große Wirkungstiefe; ist er dagegen kleiner, so fällt schon die oberste Kugel vom Sprengpunkt ab, und die Wirkungstiefe ist gering.

Für die Schußweite 2000 m ist der halbe Kegelwinkel des Schrapnels C/91 10^{12}; der Fallwinkel im Sprengpunkt auf 1950 m vom Geschütz 5^{14}, mithin der Abgangswinkel für die höchste Kugel $+ 4^{14}$, für die tiefste $- 17^{10}$. Die Geschwindigkeit der Kugeln ist wie die des Schrapnels im Sprengpunkt zu 270 m anzunehmen. — Zusammenstellung 3 giebt die Flughöhen der obersten Schrapnelkugeln bezogen auf den Sprengpunkt.

Zusammenstellung 3.

Entfernung	Flughöhe der obersten Schrapnelkugel in Bezug auf den Sprengpunkt bei einer Sprengweite von							Entfernung vom Sprengpunkt, auf welche die Auftreffgeschwindigkeit 120 m beträgt.
	50 m	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	
m	m	m	m	m	m	m	m	m
500	+ 6,1	+ 11,8	+ 17,1	+ 21,8	+ 25,4	+ 28,3	+ 29,8	301
1000	+ 6,0	+ 11,6	+ 16,7	+ 21,2	+ 24,4	+ 26,6		282
1500	+ 5,2	+ 10,0	+ 14,3	+ 17,7	+ 19,9	+ 21,1		269
2000	+ 4,0	+ 7,5	+ 10 4	+ 12,4	+ 13,5			249
2500	+ 2,5	+ 4,5	+ 5,5	+ 5,7	+ 4,4			229
3000	+ 0,5	+ 0,3	— 0,7	— 3,0	— 6,0			206
3500	— 1,9	— 4,6	— 8,2	— 13,1				190
4000	— 4,9	— 10,5	— 17,5	— 25,5				178
4500	— 8,8	— 18,5	— 29,3	— 41,7				161

Die Flughöhe der tiefsten Schrapnelkugel beträgt für die Sprenghöhe von 50 m auf der Schußweite von

500 m	. . .	— 7,8 m,
1000 =	. . .	— 9,9 =
1500 =	. . .	— 12,4 =
2000 =	. . .	— 15,1 =
2500 =	. . .	— 18,3 =
3000 =	. . .	— 22,2 =
3500 =	. . .	— 26,7 =
4000 =	. . .	— 32,5 =
4500 =	. . .	— 40,3 =

Ein besonderes Interesse haben noch die Flughöhen einer sich in der Achse des Kegels bewegenden Kugel, da sie die zu jeder Sprengweite passendste Sprenghöhe angeben und dazu dienen, die Breite der Streuungsgarbe auf dem Erdboden zu errechnen.

Zusammenstellung 4.

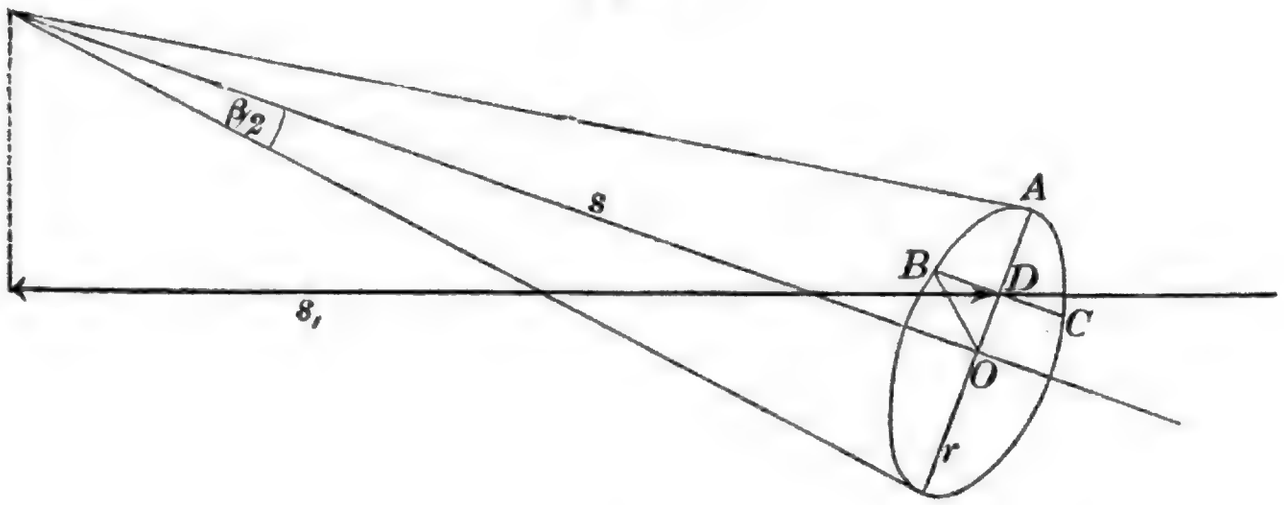
Entfernung	Flughöhe einer in der Achse des Streuungskegels sich bewegenden Schrapnelkugel in Bezug auf den Sprengpunkt bei einer Sprengweite von					
m	50 m	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m
	m	m	m	m	m	m
500	— 0,8	— 1,9	— 3,5	— 5,7	— 8,8	— 12,8
1000	— 1,9	— 4,2	— 7,0	— 10,6	— 15,2	— 21,0
1500	— 3,4	— 7,3	— 11,8	— 17,0	— 23,6	— 31,1
2000	— 5,3	— 11,3	— 17,7	— 25,3	— 33,6	— 43,2
2500	— 7,6	— 15,9	— 24,9	— 35,0	— 46,7	— 60,5
3000	— 10,4	— 21,5	— 33,4	— 46,9	— 61,2	— 77,7
3500	— 13,6	— 28,0	— 43,6	— 60,3	— 79,4	
4000	— 17,5	— 35,8	— 55,6	— 74,2		
4500	— 22,7	— 46,8	— 70,9	— 98,2		

Die errechneten Flughöhen für die Sprengweite von 50 m weichen auf einigen Entfernungen um 0,1 bis 0,2 m von den in Spalte 8 der Schußtafel gemachten Angaben ab. Der Unterschied ist ohne alle Bedeutung.

Digitized by Google

Aus den Angaben der Zusammenstellungen 3 und 4 läßt sich die Breite der Streuungsgarbe bei bekannter Sprenghöhe für jede Sprengweite errechnen und daraus ein Bild der Streuungsgarbe auf dem gewachsenen Boden herstellen. Bei Berechnung der Trefferzahlen ist in § 4 die Annahme gemacht, daß die Ausbreitung der Sprengtheile auf dem Erdboden im Verhältniß zur Sprengweite wachse. Dies trifft aber nur dann genau zu, wenn die Flugbahn richtig liegt und die große Sprengweite Folge einer zu kurzen Brennzeit des Zünders ist. Beim praktischen Schießen kommt das aber nur selten vor; meist rührt eine zu große Sprengweite daher, daß man zu kurz eingeschossen ist. Auf den größeren Entfernungen ist die Ausbreitung der Sprengtheile auf dem Erdboden schon erheblich geringer.

Figur 2.



In vorstehender Figur 2 sei der Kreis um O mit Radius $OA = r$, ein Durchschnitt senkrecht zur Achse des Streuungskegels bei der Sprengweite s. Dann ist $r = s \operatorname{tg} \beta/2$ (β Kegelwinkel)*). Die Breite der Streuungsgarbe auf dem gewachsenen Boden ist alsdann $BC = 2\sqrt{BO^2 - DO^2}$.

Nun ist $DO = OA - DA$; OA ist r, DA aber hängt ab von der Sprenghöhe und ist gleich dem Unterschied zwischen der Sprenghöhe und der Flughöhe der obersten Schrapnelkugel in

*) r hat nur annähernd die Größe $s \operatorname{tg} \beta/2$. Genauer wäre, wenn α der Fallwinkel, zu setzen $r = \frac{s}{\cos \alpha} \operatorname{tg} \beta/2$. α aber ist so klein, daß $\cos \alpha = 1$ angenommen werden kann.

Digitized by Google

Bezug auf den Sprengpunkt. — Soll z. B. für die Entfernung von 3000 m die Ausbreitung der Sprengtheile eines in normaler Höhe (10,4 m) krepirenden Schrapnels auf 150 m vom Sprengpunkt errechnet werden, so ist zu setzen $s = 150$ m, $\beta/_2 = 12^5/_{16}°$, mithin ist $r = 150 \text{ tg } 12^5/_{16}° = 32{,}7$ m. DA ist 10,4 — 0,7 (vergl. Zusammenstellung 3 und 4), also 9,7, mithin DO = 32,7 — 9,7 = 23,0. Es wird also

$$BC = 2\sqrt{30{,}9^2 - 23{,}0^2} = 2 \cdot 23{,}2 \text{ oder } 46{,}4 \text{ m.}$$

Auch durch Konstruktion (vergl. Tafel V) kann diese Größe gefunden werden. Man schlägt (s. Durchschnittszeichnung auf 3000 m) von einem in der Achse des Kegels liegenden Punkt O aus einen Kreis mit dem Halbmesser des Kegels OA; dann ist die Länge der Sehne BC auf der dem gewachsenen Boden entsprechenden Linie gleich der Breite der Streuungsgarbe.

Ist die Sprenghöhe nicht normal, sondern größer oder kleiner, so ist bei der Konstruktion die Länge der Sehne auf einer der Sprenghöhe entsprechenden Linie abzulesen.

Auf Tafel V und VI sind die Durchschnittszeichnungen der Streuungskegel des Schrapnels C/91 für die Schußweiten von 1000, 2000, 3000, 4000 und 4500 m im Maßstab von 1 : 2000 dargestellt. Darunter ist der Grundriß der Streuungsgarbe bei normaler (der Sprengweite von 50 m entsprechender) Sprenghöhe — für die Schußweite von 1000 m nach Unterlage einer Platte — für die Schußweiten von 2000—4500 auch bei $^1/_2$- bezw. $1^1/_2$ facher normaler Sprenghöhe dargestellt.

Diese Zeichnungen geben eine vollkommen deutliche Vorstellung von der Wirkung des Schrapnels auf den entsprechenden Entfernungen und bei verschiedenen Sprengweiten. Aus dem Durchschnitt ergiebt sich, wie die Wirkungstiefe, namentlich auf den großen Entfernungen von der Sprenghöhe abhängt. Auf 4000 m z. B. schlagen bei normaler Sprenghöhe (17—18 m) die am weitesten fliegenden Kugeln etwa 150 m vom Sprengpunkt auf; bei 10 m Sprenghöhe hört jede Wirkung schon 100 m, bei 5 m Sprenghöhe schon 50 m vom Sprengpunkt auf.

Da in den Grundrißzeichnungen die „Dichtigkeit der Treffer" angegeben ist, so kann man sich sehr leicht eine Vorstellung von der zu erwartenden Wirkung machen, auch für den Fall, daß die Seitenrichtung fehlerhaft war oder wegen Feuervertheilung gegen

einen Flügel des Ziels gerichtet wurde. Man hat nur das Ziel in dem Maßstab der Zeichnung auf einen Papierstreifen oder beſſer noch auf Pflanzenpapier zu zeichnen und dieſe Zeichnung derart auf das Bild der Streuungsfläche zu legen, daß deren Mittellinie mit dem Punkte des Zieles zuſammenfällt, gegen den gerichtet iſt, bezw. den die Schußrichtung bei Annahme eines Richtfehlers treffen würde. Man erkennt ſofort, gegen wie viel Geſchütze ꝛc. ſich die Wirkung erſtreckt. Aus der Größe der Treffffläche, die bekannt iſt, und der aus dem Bilde abzuleſenden Dichtigkeit der Treffer ergiebt ſich durch einfache Multiplikation die Zahl der zu erwartenden Treffer.

So erkennt man z. B., daß auf 2000 m bei normaler Sprenghöhe die Streuungsfläche ſo breit iſt, daß bis zu 200 m Sprengweite dieſelbe Geſchützzahl, wie im § 4 angenommen wurde, getroffen werden kann; dagegen erſtreckt ſich bei 250 m Sprengweite die Wirkung nicht über 6, ſondern nur über 5 Geſchütze; die Zahl der oben errechneten Treffer iſt daher um etwa ⅙ zu hoch. — Weſentlich geringer aber wird die Wirkung auf 3000 m. Bei 100 m Sprengweite iſt allerdings noch kein Unterſchied zu erkennen, da ſich die Wirkung ebenfalls noch auf 3 Geſchütze erſtreckt; bei 150 und 200 m Sprengweite dagegen befinden ſich nur 3, anſtatt 5 bezw. 6 Geſchütze im Wirkungsbereich. Demgemäß fällt auch die Wirkung um 40 bezw. 50 % niedriger, als oben errechnet, aus: ſtatt 1,59 Treffer wird man bei 150 m Sprengweite nur 0,96 und ſtatt 1,09 bei 200 m Sprengweite nur 0,54 Treffer pro Schuß erwarten dürfen.

Man erkennt aus den Grundriſſen, wie erheblich ſchmaler die Streuungsgarbe bei kleiner Sprenghöhe ausfällt. Bei halber Sprenghöhe wird die Streuungsgarbe auf 3000 m z. B. bei einer Sprengweite

von 100 m um etwa 22 pCt.
= 150 = = = 23 =
= 200 = = = 41 =

ſchmaler als bei normaler Sprenghöhe. In demſelben Verhältniß nimmt natürlich die Zahl der zu erwartenden Treffer ab. Iſt die Sprenghöhe größer als die normale, ſo wird bei den größeren Sprengweiten auch die Streuungsgarbe breiter und damit die zu

Digitized by Google

erwartende Trefferzahl größer. Dafür wird aber auch die Gefahr, das Ziel bei kleinen Sprengweiten zu überschießen, größer.

Endlich lassen die Abbildungen den Einfluß des Geländes auf die Wirkungstiefe des Schrapnels deutlich erkennen. Denkt man sich z. B. auf 2000 oder 3000 m das Gelände am Ziel unter 5° ansteigend — in der Abbildung ist eine unter diesen Winkel zur Wagerechten geneigte Linie gezogen — so erkennt man, wie die Wirkungstiefe abnimmt. Die oberste Kugel trifft den Erdboden bereits auf 268 bezw. 160 m vom Sprengpunkt. Zugleich wird auch die Streuungsgarbe sehr viel schmaler, als wenn das Gelände vom Ziel ab wagerecht verliefe. — Bei abfallendem Gelände fliegen die Kugeln zwar erheblich weiter; trotzdem wird aber — mit Ausnahme der ganz großen Entfernungen und bei tiefen Sprengpunkten — die Wirkungstiefe nicht vergrößert, weil die Geschwindigkeit der Kugeln sehr bald unter das erforderliche Maß sinkt.

Aus Vorstehendem ergiebt sich klar, wie die Krümmung der Flugbahn die Wirkung und besonders die Wirkungstiefe des Schrapnelschusses vermindert: je gestreckter die Flugbahn, um so größer die Wirkungstiefe. Daraus erklärt sich die Ueberlegenheit eines mit großer Anfangsgeschwindigkeit verfeuerten Schrapnels, da dieses unter sonst gleichen Umständen kleinere Fallwinkel haben muß als eins mit geringer Anfangsgeschwindigkeit. Bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit wird ein Geschoß mit großer Querdichte die kleineren Fallwinkel haben, und wird sich dies besonders auf den größeren Entfernungen ausprägen. Also auch in dieser Beziehung wird das Schrapnel von größerem Kaliber dem von kleinerem überlegen sein.

Da sowohl in Bezug auf die Zahl der Füllkugeln, deren Stoßkraft, die Größe der Kegelwinkel und damit die Dichtigkeit der Treffer und endlich auch die Fallwinkel — kurz in Bezug auf alle die Wirkung beeinflußenden Faktoren das Schrapnel von großem Kaliber dem von kleinerem überlegen ist, so folgt daraus, daß die Ueberlegenheit der Wirkung des Schrapnels von größerem Kaliber unter sonst gleichen Umständen eine recht erhebliche sein muß.

Digitized by Google

II. Die Wirkung einer Gruppe von Schüssen.

§ 6. Treffer und getroffene Mannschaften.

Beim Beschießen gefechtsmäßiger Ziele kommt es weniger auf die Zahl der Treffer als vielmehr auf die der getroffenen Mannschaften 2c. an. Es ist nothwendig, sich über den zwischen diesen beiden Zahlen bestehenden Zusammenhang klar zu werden, um Schießergebnisse richtig beurtheilen zu können.

Bei kleinen Sprengweiten, wo die Dichtigkeit der Treffer sehr groß ist, wird man bei richtiger Flugbahnlage stets eine sehr große Trefferzahl erhalten, da dann die Ausbreitung der Sprengtheile so klein ist, daß nur wenig oder im äußersten Fall gar nichts am Ziele vorbei geht. Dagegen kann — eben der geringen Ausbreitung der Sprengtheile wegen — die Zahl der getroffenen Mannschaften sehr klein werden, so daß die eigentliche Wirkung doch nur als unbedeutend bezeichnet werden muß. Mit Zunahme der Sprengweite vermindert sich die Trefferzahl gegen ein gegebenes Ziel unbedingt, auch dann, wenn das Ziel sehr breit ist; dagegen wächst die Zahl der getroffenen Mannschaften. Diese wird am größten, wenn die Dichtigkeit der Treffer gerade so groß ist, daß auf die senkrechte Treffläche eines Mannes (Pferdes, Reiters) gerade ein Treffer entfällt. Es wird daher sehr von der Beschaffenheit des Zieles (und natürlich auch vom Kegelwinkel) abhängen, bei welcher Sprengweite dieses „Maximum der Wirkung" erreicht wird. Bei liegenden Schützen ist z. B. die Treffläche 0,125 qm; mithin wird die Zahl der getroffenen Mannschaften am größten, wenn die Dichtigkeit der Treffer gleich 8 ist, weil alsdann auf je 1 Mann durchschnittlich 1 Treffer entfällt. Bei knieenden Schützen (Treffläche 0,3 qm) ist die Wirkung am größten, wenn die Dichtigkeit der Treffer 3,3 ist u. s. w.

Bei bekanntem Kegelwinkel läßt sich die Sprengweite leicht bestimmen. Bezeichnet N die Zahl der Sprengtheile, β den Kegelwinkel, d die Dichtigkeit der Treffer und S die gesuchte Sprengweite, so ist

$$d = \frac{N}{(S \operatorname{tg} \beta/2)^2 \pi},$$

also

$$S = \operatorname{cotg} \beta/2 \sqrt{\frac{N}{\pi d}}$$

Digitized by Google

mithin für das Schrapnel C/91 (N = 300)

$$S = 95{,}5 \cot g\ \beta/2 \sqrt{\frac{1}{d}}$$

Mit Hülfe dieser Formel ist die „Sprengweite der größten Wirkung" für das Schrapnel C/91 auf verschiedenen Entfernungen und gegen die wichtigsten Ziele des Feldkrieges errechnet worden.

Zusammenstellung 5.

Entfernung m	Die Sprengweite der größten Wirkung beträgt für			
	liegende Schützen m	knieende Mannschaften m	stehende Mannschaften m	Reiter m
1000	21	33	42	64
2000	18	28	36	54
3000	16	24	31	47
4000	14	21	28	42

Ist die Sprengweite kleiner, als hier errechnet, so übersteigt die Zahl der Treffer unter allen Umständen die der getroffenen Mannschaften ꝛc.; die Zahl der letzteren kann so groß sein wie die, welche sich innerhalb des Streuungskegels befindet. Die Wahrscheinlichkeit, daß alle Mannschaften auch wirklich getroffen werden, wächst im umgekehrten Verhältniß mit der Sprengweite.

Bei einem Schrapnel, das auf 1000 m mit 20 m Sprengweite vor einer Linie knieender Schützen krepirt, werden sich die Sprengtheile auf eine Breite von 6,4 m — 8 Schützen — vertheilen. Bei gleichmäßiger Vertheilung der Sprengtheile in dem Streuungskegel darf man auf 22,5 Treffer rechnen, wobei auch höchst wahrscheinlich alle 8 Schützen getroffen werden.

Bei 50 m Sprengweite beträgt die Ausbreitung der Kugeln 16 m, d. h. erstreckt sich über 20 Schützen mit 6 qm senkrechter Treffläche. Die Zahl der Treffer wird sich auf etwa 9,0 stellen; es können also auch 9 Mann pro Schuß getroffen werden; aber wahrscheinlich bleibt die Zahl der getroffenen Mannschaften darunter (am wahrscheinlichsten ist, daß 7 Mann getroffen werden, s. weiter unten). Die größtmögliche Wirkung tritt bei 33 m

Sprengweite ein; sie beträgt 13,2 Treffer und ebenso viel getroffene Mannschaften. Freilich ist es wahrscheinlich, daß nicht mehr als 8 bis 9 Mannschaften durch einen Schuß außer Gefecht gesetzt werden (s. weiter unten).

Bei Sprengweiten von 50 m und darüber, die beim gefechtsmäßigen Schießen am häufigsten vorkommen, kann man die Zahl der getroffenen Mannschaften der der zu erwartenden Treffer nahezu gleich setzen; bei kleineren Sprengweiten, wo die Zahl der Treffer die der getroffenen Mannschaften übersteigt, darf man dagegen so viel Mannschaften als getroffen annehmen, wie sich innerhalb der Streuungsgarbe befinden. Meist wird man dabei die Wirkung etwas zu hoch schätzen; es wird sich aber herausstellen, daß man mit dieser Annahme doch der Wirklichkeit sehr nahe kommt, wenn mehrere Schüsse gegen das Ziel abgegeben werden.

Bei Abgabe mehrerer Schüsse gegen ein Ziel würde bei gleicher Lage der Sprengpunkte die Gesammtwirkung ein Vielfaches der Wirkung des Einzelschusses sein, wenn nicht das Ziel nach jedem Schuß kleiner würde, da die bereits getroffenen Mannschaften ausfallen. Beim Schießen gegen Scheiben bleibt das Ziel freilich dasselbe; daher wird auch die Trefferzahl stets im Verhältniß mit der abgegebenen Schußzahl zunehmen; dagegen muß die Zahl der neu getroffenen Mannschaften von Schuß zu Schuß kleiner werden, bis schließlich alle Mannschaften getroffen sind und daher eine weitere Zunnahme der Wirkung ausgeschlossen ist.

An einem Beispiel will ich versuchen, das Gesetz zu entwickeln, nach welchem sich die Abnahme der getroffenen Mannschaften vollzieht. Vorausgesetzt wird, daß alle Schüsse eine durchaus gleiche Sprengpunktslage, auch in Bezug auf Seitenrichtung haben und daß die Vertheilung der Schrapnelkugeln im Streuungskegel eine gleichmäßige ist. Beide Annahmen treffen in Wirklichkeit nur annähernd zu.

Das Ziel sei eine breite Scheibenwand, 1,7 m hoch und in Rotten von 0,6 m Breite getheilt, wie dies bei Versuchen zur Ermittelung der Geschoßwirkung üblich ist. Die Entfernung sei 2000 m (Kegelwinkel $21^{8}/_{16}°$). — Bei 100 m Sprengweite und normaler Sprenghöhe (5,3 m) breiten sich die Sprengtheile am Ziel 35,4 m aus (s. Tafel V); es befinden sich also 59 Rotten innerhalb des Streuungskegels. Die Zahl der zu erwartenden Treffer

Digitized by Google

beträgt (Durchmesser des Streuungskreises 38 m) 35,4 · 1,7 · 0,264 = 15,9; ebenso groß kann die Zahl der getroffenen Rotten sein. Es ist aber wahrscheinlich, daß diese Zahl kleiner ist und am wahrscheinlichsten, daß sie 13,9 pro Schuß beträgt. (Die Gründe hierfür werden wir auf S. 418 entwickeln.) Nehmen wir dies als Durchschnittszahl an, so wird der zweite Schuß zwar eine ebenso hohe Trefferzahl (15,9) aufweisen; da aber von den 59 Rotten, die überhaupt nur getroffen werden können, bereits 13,9 oder 23,5 pCt. getroffen sind, so bleiben nur 45,1 oder 76,5 pCt. der ursprünglichen Zahl übrig, die neu getroffen werden können. Der zweite Schuß wird also wahrscheinlich nur 13,9 · 0,765 oder 10,6 Rotten neu treffen. Nach zwei Schüssen sind also 13,9 + 10,6 oder 24,5 Rotten getroffen. Noch nicht getroffen sind also 34,5 Rotten [$(1 - 0{,}235)^2 = 0{,}765^2 = 0{,}585$ der ursprünglichen Rottenzahl 59]. Der dritte Schuß wird also 13,9 · 0,585 oder 8,1 Rotten treffen ꝛc.

Um das im Beispiel Gezeigte zu verallgemeinern, nehmen wir an, daß bei einer gewissen Sprengweite P Rotten sich im Streuungskegel befinden. Durch einen Schuß mögen durchschnittlich m Rotten getroffen werden. Setzt man $m = P\,x$ (wobei x natürlich kleiner als 1 ist), so werden durch den ersten Schuß P x Rotten getroffen; es bleiben also $P - P\,x$ oder $P\,(1-x)$ noch nicht getroffene Rotten übrig. Durch den zweiten Schuß werden neu getroffen $P\,(1-x)\,x$ Rotten; es bleiben als noch nicht getroffen übrig $P\,(1-x)^2$. Durch den 3. Schuß werden neu getroffen $P\,(1-x)^2 \cdot x$; es bleiben übrig $P\,(1-x)^3$ ꝛc. Es würde somit der n^{te} Schuß $P\,(1-x)^{n-1} \cdot x$ Rotten treffen; nach dem n^{ten} Schuß sind noch nicht getroffen $P\,(1-x)^n$: mithin sind durch n Schuß getroffen: $P\,[1-(1-x)^n]$ Rotten.

Nachstehende Zusammenstellung zeigt, welche Wirkung nach diesen Formeln im obigen Beispiel zu erwarten ist. Es ist $P = 59$, $x = 0{,}235$.

Digitized by Google

Zusammenstellung 6.

Schußnummer	Durch den 1., 2., 3. ꝛc. Schuß werden getroffen Rotten	Durch den 2., 3., 4. ꝛc. Schuß werden getroffen Rotten
1	$59 \cdot 0{,}235 \cdot = 13{,}9$	
2	$59 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}765 = 10{,}6$	$59 \cdot (1 - 0{,}765^2) = 24{,}5$
3	$59 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}765^2 = 8{,}1$	$59 \cdot (1 - 0{,}765^3) = 32{,}6$
4	$59 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}765^3 = 6{,}2$	$59 \cdot (1 - 0{,}765^4) = 38{,}8$
5	$59 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}765^4 = 4{,}7$	$59 \cdot (1 - 0{,}765^5) = 43{,}5$
6	$59 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}765^5 = 3{,}6$	$59 \cdot (1 - 0{,}765^6) = 47{,}2$
7	$59 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}765^6 = 2{,}8$	$59 \cdot (1 - 0{,}765^7) = 49{,}9$
8	$59 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}765^7 = 2{,}1$	$59 \cdot (1 - 0{,}765^8) = 52{,}0$
9	$59 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}765^8 = 1{,}6$	$59 \cdot (1 - 0{,}765^9) = 53{,}6$
10	$59 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}765^9 = 1{,}2$	$59 \cdot (1 - 0{,}765^{10}) = 54{,}9$

Rechnete man statt 13,9 pro Schuß getroffener Rotten deren 15,9, so würden nach 10 Schuß nicht 54,9, sondern 56,4 Rotten getroffen worden sein. Der Unterschied scheint verschwindend.

2. Beispiel.

Ziel: 4 Scheibenwände, 70 m lang, getheilt in 140 Rotten à 0,5 m Breite in Abständen von je 50 m hintereinander aufgestellt; die vorderen 0,5 m, die hinterste 1,7 m hoch.

Entfernung 1500 m (Kegelwinkel $19^{14}/_{16}°$).

Sprengweite in Bezug auf die vorderste Wand 50 m.

Welche Wirkung ist von 6 bezw. 12 gegen die Mitte des Ziels gerichteten Schüssen zu erwarten?

Gegen die vorderste Wand ist bei 50 m Sprengweite die Ausbreitung der Sprengtheile 17 m (34 Rotten); die Wirkung eines einzelnen Schusses $17 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}332 = 11{,}3$ Treffer (1,332 Dichtigkeit der Treffer). Es können 11,3 Rotten pro Schuß getroffen werden; aber wahrscheinlich (vergl. S. 418) wird man als Durchschnitt nur 9,7 Rotten pro Schuß erhalten, d. h. 29 pCt. der im Wirkungsbereich befindlichen Zahl.

Die Wirkung von 6 Schüssen wird sein $34\,(1 - 0{,}71^6) = 29{,}6$ Rotten
= = = 12 = = = $34\,(1 - 0{,}71^{12}) = 33{,}4$ =

Digitized by Google

Die Wirkung des einzelnen Schusses ist gegen die

2. Scheibe:

$33{,}9 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}33 = 5{,}6$ Treffer und wahrscheinlich 5,2 Rotten,

3. Scheibe:

$48{,}9 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}147 = 3{,}6$ Treffer und wahrscheinlich 3,5 Rotten,

4. Scheibe:

$64 \cdot 1{,}7 \cdot 0{,}082 = 8{,}9$ Treffer und wahrscheinlich 8,3 Rotten.

Innerhalb des Streuungskegels befinden sich bei der

2. Scheibe 68 Rotten, davon getroffen 5,2 oder 7,6 pCt.
3. = 98 = = = 3,5 = 3,6 =
4. = 128 = = = 8,3 = 6,5 =

Somit wird die Wirkung sein gegen die

2. Scheibe von 6 Schüssen 68 $(1 - 0{,}924^6) = 25{,}7$
2. = = 12 = 68 $(1 - 0{,}924^{12}) = 41{,}7$
3. = = 6 = 98 $(1 - 0{,}964^6) = 19{,}4$
3. = = 12 = 98 $(1 - 0{,}964^{12}) = 34{,}9$
4. = = 6 = 128 $(1 - 0{,}935^6) = 42{,}5$
4. = = 12 = 128 $(1 - 0{,}935^{12}) = 70{,}9$

Nach 12 Schüssen würde die Zielaufnahme etwa, wie folgt, lauten:

Ziel	Getroffene Rotten	Treffer	Ein Geschoß setzte außer Gefecht
1.	2.	3.	4.
1. Wand, 70 m l., in 140 Rotten getheilt, 0,5 m h.	34	136	2,8 Rotten
2. = 70 = = = 140 = = 0,5 = =	42	67	3,5 =
3. = 70 = = = 140 = = 0,5 = =	35	43	2,9 =
4. = 70 = = = 140 = = 1,7 = =	71	107	5,9 =

Die Wirkung erstreckt sich bei der 1. Scheibe über 34 Rotten

= = = = = = 2. = = 67 =
= = = = = = 3. = = 98 =
= = = = = = 4. = = 128 =

In Wirklichkeit wird die Zahl der getroffenen Rotten (nicht die der Treffer) und die Ausbreitung der Treffer, namentlich bei den beiden ersten Scheiben etwas größer ausfallen. Der Grund

Digitized by

liegt darin, daß gar keine Seitenabweichungen angenommen sind, daß ferner die Größe der Kegelwinkel um etwa 2 bis 3° schwankt, eine Vergrößerung des Kegelwinkels um nur 1° würde schon bei 50 m Sprengweite eine um 1 m (2 Rotten) größere Ausbreitung der Kugeln zur Folge haben. Der Hauptgrund aber dürfte in Folgendem liegen. Wird mit einer Batterie von 6 Geschützen geschossen und von diesen auf die Mitte der hinteren Scheibe gerichtet, so ergiebt sich dadurch für die vorderste Scheibe eine Vertheilung des Feuers, d. h. der Schußrichtung auf eine Breite von 6 m oder 12 Rotten. Wenn dadurch auch die Zahl der durch den einzelnen Schuß getroffenen Rotten nicht geändert wird, so sind nunmehr 46 anstatt 34 Rotten der Möglichkeit ausgesetzt, getroffen zu werden. Der einzelne Schuß trifft also nur 24,6 pCt. (anstatt 29 pCt.) der überhaupt treffbaren Rotten. Daher wird in diesem Fall die Zahl der nach 12 Schuß getroffenen Rotten 46 ($1 - 0{,}754^{12}$), d. h. 44,4, betragen. Ich glaube, daß mit dieser Einschränkung das errechnete Ergebniß dem bei einem wirklichen Schießen erreichten ziemlich nahe steht. Eine völlige Uebereinstimmung wird kein Sachkundiger erwarten, schon darum nicht, weil er weiß, daß jede Wiederholung des Schießens auch andere Ergebnisse liefert.

Noch eine Bemerkung. Wer die in Spalte 4 der „Zielaufnahme" enthaltenen Angaben durchsieht, könnte auf den Gedanken kommen, daß eine Sprengweite von 100 m eine größere Wirkung ergäbe als eine solche von 50 m, da die Zahl der pro Schuß außer Gefecht gesetzten Mannschaften von größerer Bedeutung ist als die Trefferzahl. So richtig dies letztere ist, so falsch würde der daraus gezogene Schluß sein. Soll die Wirkung eines Schießens nach der pro Schuß getroffenen Rottenzahl beurtheilt werden, so müssen Einzelaufnahmen vorliegen. Wird erst nach einer Reihe von Schüssen aufgenommen, so kann nur die Zahl der pro Schuß erreichten Treffer, niemals aber die der „pro Schuß getroffenen Mannschaften" ein richtiges Bild von der Wirkung ergeben. Eine kleine Zahl von pro Schuß getroffenen Mannschaften kann verschiedene Ursachen haben. Es kann nämlich in der That die Wirkung gering gewesen sein (sei es, daß der einzelne Schuß eine kleine Zahl von Mannschaften getroffen hat, oder die Feuervertheilung fehlerhaft war); es kann aber die kleine Zahl auch davon herrühren, daß die Zahl der abgegebenen Schüsse im Verhältniß zur Größe des Ziels zu hoch war.

Digitized by Google

Wäre in dem Beispiel 2 das Ziel nicht eine geschlossene Scheibenwand, sondern eine liegende Schützenlinie — auf je 0,8 m ein Schütze — gewesen, so würden sich bei der vordersten Reihe 21,25 Schützen mit einer Gesammttrefffläche von 2,66 qm innerhalb des Streuungskreises befunden haben. Ein einzelner Schuß würde wahrscheinlich $2{,}66 \cdot 1{,}33 = 3{,}5$ Treffer und 3,4 getroffene Schützen ergeben. Da 3,4 Mann 16 pCt. der überhaupt treffbaren Figuren entsprechen, so wird die Wirkung von 6 Schüssen sein $21{,}25\,(1 - 0{,}84^6) = 13{,}8$ getroffene Schützen mit 21 Treffern, die von 12 Schüssen 42 Treffer in 17,9 Figuren.

Gegen die zweite Linie würde man mit sechs Schüssen wahrscheinlich 9,7, mit 12 Schüssen 16,8 getroffene Figuren mit 10,5 bezw. 21,0 Treffern erreichen.

Bei den vorstehenden Betrachtungen ist beim Einzelschuß die Zahl der getroffenen Rotten kleiner als die Trefferzahl angenommen, obwohl in allen Fällen die Dichtigkeit der Treffer so gering war, daß auf eine Rotte weniger als ein Treffer entfiel. Es erübrigt noch nachzuweisen, wie und mit welchem Recht die als wahrscheinlich bezeichnete Zahl der getroffenen Rotten ermittelt ist. Offenbar ist es für die Wirkung ganz gleichgültig, ob ein Schrapnel mit 600 Kugeln oder sechs Schrapnels mit 100 Kugeln in das Ziel schlagen, vorausgesetzt nur, daß in beiden Fällen die Kegelwinkel, die Sprengpunktslage und der Fallwinkel genau gleich und in beiden Fällen die Vertheilung der Sprengtheile im Streuungskegel gleichmäßig ist. Ebenso ist es unter den gleichen Voraussetzungen durchaus gleichgültig, ob 20 Treffer von einem Schuß herrühren oder ob diese Wirkung durch 20 Schüsse hervorgebracht ist, von denen jeder einen Treffer lieferte. Man kann also die Wirkung eines Schusses mit n Treffern der Wirkung von n Schüssen mit je einem Treffer gleichsetzen. Die Zahl der durch diese n Schüsse getroffenen Rotten erhält man, wenn $x = 1/P$ gesetzt wird. Die Formel wird alsdann

$$z = P\left(1 - \left(\frac{P-1}{P}\right)^n\right).$$

Gesetzt, innerhalb des Streuungskreises lägen 30 Rotten, und ein Schuß ergäbe 20 Treffer, so würde die Zahl der getroffenen Rotten sein:

$$30\left(1 - \left(\frac{29}{30}\right)^{20}\right) = 14{,}8.$$

Digitized by Google

Hätten sich 20 Rotten innerhalb des Streuungskreises befunden, so wäre die Zahl der getroffenen Rotten

$$20\left(1-\left(\frac{19}{20}\right)^{20}\right)=12{,}8.$$

Wären nur 10 Rotten innerhalb des Streuungsbereichs gewesen, so würden $10\,(1-0{,}9^{20})=8{,}8$ Rotten getroffen sein.

Nach dieser Formel ist die wahrscheinlich zu erwartende Zahl von getroffenen Rotten in den obigen Beispielen errechnet worden. Sollte ein einzelner Schuß einmal ein oder zwei Rotten mehr oder weniger treffen, als die Theorie annimmt, so ist das auf das Gesammtergebniß ohne Bedeutung. Würden z. B. im ersten Beispiel statt 14 Rotten (S. 414) nur 13 oder gar nur 12 Rotten durch den ersten Schuß getroffen, so blieben für den nächsten Schuß entsprechend mehr Figuren übrig, und würde dadurch die Wirkung entsprechend größer. Selbst wenn die Zahl der getroffenen Rotten bei jedem Schuß etwas größer oder kleiner ausfiele, so würde das am Endergebniß nur wenig ändern, wenn nur die Zahl der abgegebenen Schüsse nicht gar zu klein ist.

Man kann mit Hülfe dieser Methode auch die Frage beantworten, wie viel Schüsse nöthig sind, um einen gewissen Theil (z pCt.) des Ziels außer Gefecht zu setzen. Werden durch einen Schuß (Lage) x pCt. des Ziels getroffen, so bleiben nach n Schüssen (Lagen) noch $(1-x)^n$ pCt., die nicht getroffen sind, übrig. Sollen z pCt. getroffen werden, so muß

$$(1-x)^n=1-z,$$

also

$$n=\frac{\log\,(1-z)}{\log\,(1-x)}$$

sein.

Beispiel. Wie viel Schüsse sind nöthig, um von 100 liegenden Schützen (auf je 0,8 m 1 Schütze) auf 1000 m (vergl. § 4 S. 402) 10, 20, 30 u. s. w. außer Gefecht zu setzen.

Eine Sprengweite von 100 m kann als außerordentlich günstig gelten; pro Schuß sind 1,86 Treffer und ebenso viel getroffene Figuren zu rechnen. Durch eine mit vertheiltem Feuer abgegebene Lage würden annähernd 11 Treffer und ebenso viel getroffene Figuren erreicht werden, also 11 pCt.

Digitized by Google

Werden also durch eine Lage 11 pCt. der Figuren getroffen, so werden für 10 pCt. getroffener Figuren erforderlich:

$$(x = 0{,}10,\ 2 = 0{,}10)\quad n = \frac{\log 90}{\log 89} = \frac{0{,}9542 - 1}{0{,}9494 - 1}$$

$$= \frac{458}{506}$$

$$= 0{,}905$$

Lagen oder 5,43 Schuß.

Für	20	pCt.	sind	erforderlich	1,92	Lagen	oder	11,6 Schüsse,
=	30	=	=	=	3,1	=	=	18 =
=	40	=	=	=	4,4	=	=	26 =
=	50	=	=	=	6,0	=	=	36 =
=	60	=	=	=	7,9	=	=	47 =
=	70	=	=	=	10,3	=	=	62 =
=	80	=	=	=	13,8	=	=	83 =
=	90	=	=	=	19,7	=	=	118 =

Man sieht hieraus, wie langsam die Wirkung bei längerer Fortsetzung des Schießens steigt.

Leider bin ich nicht in der Lage, die Richtigkeit der hier entwickelten Theorie durch Vergleiche mit einwandfreien Versuchsergebnissen zu prüfen. Der Grund liegt darin, daß bei den veröffentlichten Versuchsergebnissen niemals Alles, was zur Anstellung eines Vergleichs zu wissen nothwendig wäre, aufgenommen ist: nämlich Größe des Ziels nach Zahl der Rotten, Zahl der verfeuerten Schüsse, der Treffer und der getroffenen Rotten und endlich vor Allem die Ausbreitung der Treffer über das Ziel. Bei einzelnen wenigen Schießergebnissen ist es indeß möglich, einen Vergleich anzustellen.

Nach dem Bericht Nr. 14 über Schießversuche des Grusonwerkes S. 14 und 15 sind bei einem Schießen mit 10 Schrapnels gegen drei aus je 50 Rotten bestehende Scheibenwände folgende Treffergebnisse erreicht worden:

1. Scheibe 16 Rotten mit 22 Treffer, pro Schuß also 2,2 Treffer,
2. = 22 = = 30 = = = = = 3,0 =
3. = 18 = = 21 = = = = = 2,1 =

Rechnet man, daß die Treffer sich über die ganze Scheibenwand ausgebreitet haben und der einzelne Schuß ebenso viel

Digitized by Google

Mann außer Gefecht gesetzt hätte, als er Treffer lieferte, so setzte ein Schuß durchschnittlich 4,4, 6 bezw. 4,2 pCt. der vorhandenen Rottenzahl außer Gefecht.

Die Anwendung der Formel $P\,[1 - (1 - x)]^n$ ($P = 50$; $x = 4{,}4$, 6 bezw. 4,2; $n = 10$) ergiebt in diesem Fall 18,1, 23 bezw. 17,3 getroffene Rotten, also eine ganz gute Uebereinstimmung.

Die Formeln können übrigens auch für Kartätsch- und Gewehrfeuer benutzt werden.

In dem österreichischen „Artillerie-Unterricht für Unteroffiziere ꝛc. 3. Auflage, Wien 1886" ist S. 407 über ein Schießen mit Kartätschen berichtet. Von vier Schüssen sind Einzelaufnahmen mitgetheilt. Gegen eine 2,7 m hohe Wand, die in 60 Rotten getheilt war, erhielt man 47, 38, 24 bezw. 25 Treffer. Unter der Annahme, daß die Treffer sich über das ganze Ziel ausgebreitet haben, ergiebt die Anwendung der Formel

$$P\left(1 - \left(\frac{P-1}{P}\right)^n\right)$$

wobei $P = 60$, n gleich der Trefferzahl für den ersten Schuß 33, für den zweiten 29, für den dritten 19,9, für den vierten 20,6 getroffene Rotten. Thatsächlich sind getroffen 33, 30, 21 bezw. 20 Rotten.

Von den übrigen in diesem Buche mitgetheilten Versuchsergebnissen war keins zu einem Vergleich brauchbar, weil die Treffer sich augenscheinlich nicht über das ganze Ziel ausgebreitet hatten und die Ausbreitung derselben nicht angegeben war.

Ich wiederhole nochmals, daß es weniger auf eine vollkommene zahlenmäßige Uebereinstimmung mit wirklich erschossenen Resultaten ankommt, als vielmehr auf die Erkenntniß der waltenden Gesetze. Nur diese setzt uns in den Stand, richtige Schlüsse aus vorliegenden Schießversuchen zu ziehen und diese für Neukonstruktionen zu verwerthen.

§ 7. Die Streuung der Sprengpunkte.

Im Vorstehenden ist stillschweigend stets eine von Schuß zu Schuß unveränderte Sprengpunktslage angenommen. Thatsächlich aber gruppiren sich die Sprengpunkte der Schrapnels im Raum in ähnlicher Weise um den mittleren Sprengpunkt, wie die Geschoß-

Digitized by

aufschläge um den mittleren Treffpunkt.*) Daß die Streuung auf die Wirkung von Einfluß sein muß, ist klar; aber es wäre falsch, anzunehmen, daß die Wirkung in jedem Falle dadurch vermindert werden müßte. Wie beim Schießen mit Aufschlagzünder, wird bei gewissen Lagen des mittleren Sprengpunktes eine Wirkung überhaupt nur durch die Streuung möglich. Als feststehend kann man annehmen, daß die Wirkung durch die Streuung unbedingt vermindert wird, wenn die mittlere Sprengweite nahezu so groß ist wie die der „größten" Wirkung (vergl. § 6, Zusammenstellung 5), daß dagegen die Wirkung gesteigert wird, wenn der mittlere Sprengpunkt ungünstig, d. h. entweder hinter dem Ziel, sehr weit davor oder auf großen Entfernungen sehr tief liegt. In allen diesen Fällen würde die Wirkung geradezu oder doch fast Null sein, wenn es gar keine Streuung gäbe.

Die Schußtafel giebt die Größe der mittleren Längen-, Höhen- nnd Breitenstreuung an. Der Einfluß der Letzteren, die im Verhältniß zur Ausbreitung der Sprengtheile sehr klein ist, kann vernachlässigt werden.

Es genügt daher, sich die Projektion der Sprengpunkte auf die Schußebene vorzustellen, um sich ein Bild von der Vertheilung der Sprengpunkte und von dem Einfluß dieser Vertheilung auf die Wirkung zu machen. Auf Tafel VII ist ein Trefferbild von 100 Sprengpunkten des Schrapnels C/91 auf 2000 m konstruirt unter der Voraussetzung, daß die Streuung derselben den Schußtafelangaben entspricht. Nach der Schußtafel ist die mittlere Längenstreuung 28 m, die mittlere Höhenstreuung 3,4 m; d. h. in

---

*) Die Gesetze der Streuung haben für Brennzünderschüsse dieselbe Gültigkeit wie für Aufschläge. Ich bemerke das ganz ausdrücklich, weil man oft der gegentheiligen Ansicht begegnet, welche sich darauf stützt, daß bei Schießversuchen die ganze Streuung der Sprengpunkte nicht vier-, sondern höchstens dreimal so groß gewesen sei als die mittlere. So richtig diese Beobachtung, so falsch ist der daraus gezogene Schluß. Nach der Wahrscheinlichkeitslehre ist die ganze Streuung keineswegs viermal so groß als die mittlere; vielmehr soll dadurch, daß der Wahrscheinlichkeitsfaktor für 100 pCt. nahezu vier ist, nur ausgedrückt werden, daß selbst bei einer großen Schußzahl die ganze Streuung in der Regel kleiner als die vierfache mittlere ist. Bei einer kleinen Schußzahl (etwa 20) ist die ganze Streuung fast immer kleiner als etwa die dreifache mittlere, und zwar gilt das ebenso wohl für Aufschlag- wie Brennzünderschüsse.

Digitized by Google

einem symmetrisch zu beiden Seiten des mittleren Sprengpunktes gelegenen Raum von 28 m Tiefe liegen 50 pCt. (1/2) aller Sprengpunkte; in dem doppelt so großen Raum von 56 m Tiefe liegen 82 pCt., in dem dreimal so großen Raum von 84 m Tiefe 96 pCt., endlich in dem viermal so großen Raum liegen sämmtliche Sprengpunkte. Man kann sich also zu beiden Seiten des mittleren Sprengpunktes acht Räume von gleicher Tiefe, nämlich von je der halben mittleren Längenstreuung (14 m) denken, in denen der Reihe nach je 2, 7, 16, 25, 25, 16, 7 bezw. 2 pCt. aller Sprengpunkte liegen. — Das Gleiche gilt für die Vertheilung der Sprengpunkte nach der Höhe; auch hier kann man sich acht durch wagerechte Linien im Abstande von je der halben mittleren Höhenstreuung (1,7 m) abgegrenzte Räume denken, in denen 2, 7, 16, 25, 25, 16, 7 und 2 pCt. aller Sprengpunkte liegen.

Da die Sprenghöhe nicht unabhängig von der Sprengweite ist, vielmehr sehr wesentlich von derselben bedingt ist, werden diejenigen Sprengpunkte, welche am weitesten jenseits des mittleren Sprengpunktes liegen, auch die kleinsten Sprenghöhen, diejenigen, welche dem mittleren Sprengpunkt zunächst liegen, eine Sprenghöhe von mittlerer Größe, dagegen die am weitesten diesseits des mittleren Sprengpunktes gelegenen auch die größten Sprenghöhen haben. Alles das ist aus der Zeichnung ersichtlich.

Nimmt man an, der mittlere Sprengpunkt liege 50 m vor dem Ziele in einer Höhe von + 5,3 m, so werden 100 Sprengpunkte sich ungefähr so vertheilen, wie nachstehende Zusammenstellung angiebt.

Digitized by Google

Zusammenstellung 7.

Unter 100 Schüssen haben	Sprengweite von m	Mittlere Sprengweite m	Mittlere Sprenghöhe m
2	— 92 bis — 106	— 99	+ 11,25
7	— 78 » — 92	— 85	+ 9,55
16	— 64 » — 78	— 71	+ 7,85
25	— 50 » — 64	— 57	+ 6,15
25	— 36 » — 50	— 43	+ 4,45
16	— 22 » — 36	— 29	+ 2,75
7	— 8 » — 22	— 15	+ 1,05
2	+ 6 » — 8	+ 1	— 0,65

In dieser Zusammenstellung sind die Sprengpunkte als in der mittleren Flugbahn liegend angenommen; thatsächlich liegen sie theils darüber, theils darunter. Geringe Abweichungen in der Sprenghöhe sind ohne Einfluß auf die Wirkung; daher durfte die Annahme gemacht werden. — Nach der Zusammenstellung erhält man 2 pCt. Aufschläge; auch die Berechnung aus den Schußtafelangaben (mittlere Sprenghöhe + 5,3 m, mittlere Höhenstreuung 3,4 m) ergiebt dasselbe.*) In diesem besonderen Falle, wo die Aufschläge in oder dicht vor dem Ziele liegen, können sie noch Wirkung haben; im Allgemeinen aber sind sie als wirkungslos anzusehen.

Um uns ein Bild von der Wirkung zu machen, welche 100 Schuß unter dem Einfluß der Streuung ergeben, nehmen wir eine Scheibe von 1 m Höhe an, die durch senkrechte Striche in „Rotten" von 0,5 m Breite getheilt ist. Die senkrechte Treffffläche einer solchen „Rotte" ist dann 0,5 qm, d. h. genau so groß wie die eines aufrecht stehenden Mannes von vorn.

*) Die Zahl der in einer Höhe von 0 — 10,6 m liegenden Sprengpunkte findet man, indem man die zu dem Bruch (Wahrscheinlichkeitsfaktor) $\frac{10,6}{3,4}$ oder 3,1 gehörende Prozentzahl aufsucht; das ist 96. Da von 100 Sprengpunkten 96 eine Sprenghöhe von 0 — 10,6 haben, so erhält man 2 Aufschläge und 2 Schüsse mit mehr als 10,6 m Sprenghöhe.

Digitized by

Gegen dieses Ziel wird man wahrscheinlich nachstehende Wirkung erhalten:

2	Schüsse	mit	99	m	mittl.	Sprengw.	liefern	20	Treffer*)
7	=	=	85	=	=	=	=	83	=
16	=	=	71	=	=	=	=	227	=
25	=	=	57	=	=	=	=	441	=
25	=	=	43	=	=	=	=	585	=
16	=	=	29	=	=	=	=	555	=
7	=	=	15	=	=	=	=	469	=
2	=	=	1	=	=	=	=	0	=

100 Schüsse mit 50 m mittl. Sprengw. liefern 2380 Treffer, also der Schuß im Mittel 23,8 Treffer.

Nun spricht sich die Wirkung nicht sowohl in der Zahl der erreichten Treffer als vielmehr in der der getroffenen Rotten aus. Nach Zusammenstellung 5 entfällt ein Treffer durchschnittlich auf eine Rotte (Trefffläche 0,5 qm gleich der eines stehendes Mannes) bei einer Sprengweite von 36 m. Ist die Sprengweite größer, so kann jeder Treffer eine Rotte außer Gefecht setzen; ist sie kleiner, so können durch einen Schuß so viel Rotten getroffen werden, als sich innerhalb des Streuungskegels befinden.

Hiernach erhält man als Zahl der getroffenen Rotten höchstens die nachstehenden:

2	Schüsse	mit	99	m	mittl.	Sprengw.	liefern	20	getroff.	Rotten,
7	=	=	85	=	=	=	=	83	=	=
16	=	=	71	=	=	=	=	227	=	=
25	=	=	57	=	=	=	=	441	=	=
25	=	=	43	=	=	=	=	585	=	=
16	=	=	29	=	=	=	=	352	=	=
7	=	=	15	=	=	=	=	77	=	=
2	=	=	1	=	=	=	=	0	=	=

100 Schüsse mit 50 m mittl. Sprengw. liefern 1785 getroff. Rotten, also durchschnittlich auf 1 Schuß 17,85.

*) Zur Berechnung der Treffer ist die Formel benutzt $\frac{2N}{S \operatorname{tg} \beta/2 \, n}$ oder $\frac{0{,}637 \cdot N}{S \operatorname{tg} \beta/2}$, worin N die Zahl der Sprengtheile, S die Sprengweite, β den Kegelwinkel bedeutet.

Digitized

Auch dieſe Wirkung iſt noch zu hoch veranſchlagt; denn wenn auch z. B. bei einer Sprengweite von 29 m durch einen Schuß 22 Rotten getroffen werden *können*, ſo werden *wahrſcheinlich* nur 18,1 Rotten getroffen werden nach § 6 S. 418. Die *wahrſcheinliche* Wirkung iſt hiernach:

2	Schüſſe	mit	99	m	mittl.	Sprengw.	18,8	getroffene	Rotten
7	=	=	83	=	=	=	76,3	=	=
16	=	=	71	=	=	=	189,4	=	=
25	=	=	57	=	=	=	372,5	=	=
25	=	=	43	=	=	=	427	=	=
16	=	=	29	=	=	=	290	=	=
7	=	=	15	=	=	=	77	=	=
2	=	=	1	=	=	=	0	=	=

100 Schüſſe mit 50 m mittl. Sprengw. 1451 getroffene Rotten, alſo pro Schuß 14,5.

Der Unterſchied zwiſchen der größtmöglichen und der wahrſcheinlichen Wirkung iſt am kleinſten bei den großen Sprengweiten und am größten bei der Sprengweite von 43 m (585 bezw. 427), d. h. derjenigen Sprengweite, welche der „Sprengweite der größten Wirkung“ (vergl. § 6, Zuſammenſtellung 5) am nächſten kommt. Bei dieſer Sprengweite (36 m) wird man pro Schuß 27,9 Treffer, aber nur 17,8 getroffene Rotten erwarten dürfen.

Für die ſpäteren Berechnungen wird angenommen, daß ſo viel Rotten getroffen werden als Treffer, wenn die Zahl der Treffer *kleiner* iſt als die der im Streuungskegel befindlichen Rotten; dagegen wird die Zahl der getroffenen Rotten der innerhalb des Streuungskegel befindlichen Rottenzahl gleichgeſetzt, wenn die Trefferzahl *größer* iſt. Durch dieſe Annahme wird natürlich die Zahl der pro Schuß getroffenen Rotten um etwas zu hoch ermittelt, was namentlich für die mittleren Sprengweiten von 25 und 50 m gilt.

Im Uebrigen iſt zu der nachſtehenden Zuſammenſtellung zu bemerken:

1. Alle Aufſchläge ſowie diejenigen Schüſſe, deren Sprengweite ſo groß iſt, daß die Auftreffgeſchwindigkeit der Kugeln unter 120 m ſinken würde (vergl. § 2, Zuſammenſtellung 2), ſind als unwirkſam angenommen.

2. Schüſſe mit zu großer Sprenghöhe, bei denen ſelbſt der untere Kegel vollſtändig über das Ziel fortgehen würde — ſolche

Digitized by Google

Zusammenstellung 8.

Mittlere Sprengweite m	Pro Schuß erhält man bei einer mittleren Sprenghöhe von								
	normaler Größe			½ normaler Größe			1½facher normaler Größe		
	schußtafelmäßige Streuung		Streuung Null	schußtafelmäßige Streuung		Streuung Null	schußtafelmäßige Streuung		Streuung Null
	Treffer	getr. Rotten	Treffer	Treffer	getr. Rotten	Treffer	Treffer	getr. Rotten	Treffer
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
2000 m										
— 25	12,0	10,3	37,6	52,0	12,7	40,3	—	—	—
— 50	23,8	17,8	20,1	17,0	14,9	19,1	22,7	16,9	19,1
— 75	13,5	13,5	13,2	10,0	10,0	12,2	14,8	14,6	13,4
— 100	9,5	9,5	9,5	7,1	7,1	8,6	9,8	9,8	9,5
— 150	5,8	5,8	5,7	4,6	4,6	5,5	6,7	6,7	6,2
— 200	4,0	4,0	4,3	3,0	3,0	3,9	4,4	4,4	4,5
— 250	1,6	1,6	3,2	1,1	1,1	2,8	2,4	2,4	3,4
3000 m									
— 25	11,8	7,1	26,1	23,7	14,2	35,0	—	—	—
— 50	23,9	17,7	17,5	13,2	13,1	15,9	22,3	14,3	15,7
— 75	11,4	11,4	11,4	7,6	7,6	9,8	13,7	12,7	11,7
— 100	8,1	8,1	7,5	4,7	4,7	5,6	9,3	9,3	8,3
— 150	4,0	4,0	4,4	2,4	2,4	3,0	5,1	5,1	5,0
— 200	1,3	1,3	2,5	0,5	0,5	—	2,5	2,5	2,5
4000 m									
— 25	8,0	7,5	16,0	22,3	12,5	31,2	—	—	—
— 50	31,1	13,8	15,6	11,4	11,1	10,9	8,9	8,9	13,4
— 75	9,7	9,2	9,1	1,7	1,7	2,1	14,8	12,5	10,4
— 100	5,8	5,8	5,8	—	—	—	8,0	8,0	7,4
— 150	0,5	0,5	1,3	—	—	—	2,9	2,9	3,4
4500 m									
— 25	—	—	—	10,6	9,2	27,6	—	—	—
— 50	15,0	9,2	14,2	8,2	7,7	13,4	15,0	12,2	13,0
— 75	7,7	7,7	8,1	—	—	—	13,2	11,2	8,0
— 100	4,8	4,6	4,1	—	—	—	7,6	7,3	6,3
— 150	—	—	—	—	—	—	2,0	2,0	2,3

Digitized by Google

Schüsse kommen bei mittlerer Sprengweite von 25 m oder Null namentlich bei mehr als normaler mittlerer Sprenghöhe zahlreich vor —, sind ebenfalls als unwirksam angenommen; ebenso solche mit zu kleinen Sprenghöhen, deren oberer Kegel das Ziel nicht mehr erreicht, solche Schüsse kommen namentlich auf Entfernungen über 3000 m bei großen mittleren Sprengweiten und kleinen Sprenghöhen vor.

3. Der Umstand, daß die Ausbreitung der Sprengtheile auf dem Erdboden kleiner ist als der Durchmesser des Streuungskegels, ist berücksichtigt worden.

Die Zusammenstellung zeigt, daß

1. der Einfluß der Streuung nur unbedeutend ist. Am deutlichsten tritt er sowohl in günstigem wie ungünstigem Sinne auf den großen Entfernungen hervor, wo die Streuung am größten ist;
2. die Zahl der Treffer und die der getroffenen Rotten am größten ist bei mittlerer Sprengweite von 50 m und dazu passender Sprenghöhe;
3. die Zahl der getroffenen Rotten bei gleichbleibender Sprengweite mit der Entfernung abnimmt;
4. bei kleinen Sprengweiten eine kleine Sprenghöhe, bei großen Sprengweiten eine große Sprenghöhe die bessere Wirkung erzielt.

Die Abnahme der Wirkung mit zunehmender Entfernung ist nicht allein Folge des größeren Kegelwinkels und der damit im Zusammenhang stehenden geringen Dichtigkeit der Treffer, sondern erklärt sich zum großen Theil aus der geringeren Geschwindigkeit der Kugeln und den größeren Streuungen. Diese haben bei kleiner Sprengweite viele Sprengpunkte hinter dem Ziel, bei niedriger Sprengpunktslage viele Aufschläge, bei großen mittleren Sprengpunkten ungenügende Auftreffgeschwindigkeiten zur Folge. Die geringe Wirkung bei kleiner Sprenghöhe ist nicht allein durch die größere Zahl von Aufschlägen, sondern ganz besonders auch durch die geringe Ausbreitung der Treffer auf dem Boden, namentlich bei den großen Entfernungen verursacht.

§ 7. Feuervertheilung.

Bei vorstehenden Betrachtungen wurde vorausgesetzt, daß die Richtung auf die Zielmitte genommen, und daß das Ziel entweder

Digitized by G

ganz innerhalb des Streuungskegels oder der Streuungskegel ganz innerhalb des Zieles lag. Bei breiten Zielen findet eine Vertheilung des Feuers derart statt, daß die Flügelgeschütze einer Batterie auf die Flügel des Ziels richten, so daß infolge dessen ein Theil der Wirkung verloren geht. Wie groß dieser Verlust an Wirkung ist, läßt sich bei Schützenzielen 2c. schwer bestimmen; dagegen ist er bei Artilleriezielen, wo jedes Geschütz bestimmungsgemäß auf das gegenüber stehende richtet, in Rechnung zu stellen.

Wird beispielsweise auf 2000 m mit einer mittleren Sprengweite von 100 m auf eine Batterie von 6 Geschützen mit 16 m Seitenabständen geschossen, so befinden sich bei der Richtung auf ein mittleres Geschütz 3 Geschütze im Wirkungsbereich, da die Ausbreitung der Sprengtheile 35 m (s. Tafel V) beträgt. Giebt man 6 Schüsse gegen ein mittleres Geschütz ab, so ist die Wirkung so, als ob man 6 mal 3 Geschütze, also 18 getroffen hätte. Wird aber das Feuer vertheilt, so können die Schüsse der beiden Flügelgeschütze nur je 2 Geschütze treffen. Mit 6 Schüssen würde man also nur 16 Geschütze treffen; die Zahl der Treffer wird also um $^1/_9$ (11 pCt.) geringer ausfallen.

Beträgt die mittlere Sprengweite 150 m, so breiten sich die Sprengtheile 50 m weit aus. Es befinden sich also bei der Richtung auf das

1. Geschütz 2 feindliche Geschütze,
2. = 4 = =
3. = 5 = =
4. = 5 = =
5. = 4 = =
6. = 2 = =

im Wirkungsbereich; durchschnittlich pro Schuß also 3,7 Geschütze, gegen 5 bei der Richtung auf ein mittleres Geschütz. Durch die Feuervertheilung wird also die Trefferzahl um etwa 26,7 pCt. herabgesetzt.

III. Das praktische Schießen mit Schrapnels.

§ 8. Bestimmung der Sprengweite und Sprenghöhe.

In dem vorigen Kapitel ist gezeigt, inwiefern die Wirkung des Schrapnels von der Sprengweite und Sprenghöhe abhängt. Je kleiner der Kegelwinkel, um so größer wird die „Sprengweite der größten Wirkung", d. h. diejenige, welche die größte Zahl ge-

Digitized by Google

troffener Figuren ergiebt; je größer der Kegelwinkel, um ſo kleiner die Sprengweite der größten Wirkung. Die Forderung, die Sprengweite ſo groß zu machen, daß ſie die größte Zahl getroffener Figuren ergiebt, wie ſie von Langlois (Th. I S. 172) geſtellt iſt, hat eine gewiſſe Berechtigung. Wollte man bei dem Schrapnel C/91 eine ſolche Sprengweite anſtreben, ſo würde ſie auf den großen Entfernungen ſehr klein; man würde daher auch viele Sprengpunkte hinter dem Ziel erhalten. Zu der kleinen Sprengweite würde auch eine kleine Sprenghöhe gehören, die zahlreiche Aufſchläge und ſehr geringe Wirkungstiefe zur Folge haben würde. Der Zweck, eine große Wirkung, würde alſo jedenfalls nicht erreicht werden.

Aehnliches gilt von dem Grundſatze, die Sprengweite ſo zu bemeſſen, daß die Sprenghöhe eine unveränderliche „ſcheinbare“ Größe erhält, wie dies z. B. in Frankreich der Fall iſt. Die normale Sprenghöhe „hauteur type“ ſoll dort $^1/_{400}$ der Entfernung betragen. Es entſpricht das auf der Entfernung

von 1000 m einer Sprengweite von 75 m,
= 2000 = = = = 60 =
= 3000 = = = = 46 =
= 4000 = = = = 40 =

In Deutſchland iſt die normale Sprengweite auf 50 m feſtgeſetzt. Sie iſt einerſeits von ſolcher Größe, daß ſie nahezu die „größtmögliche Wirkung“ gegen ſtehende Mannſchaften verſpricht. Die dazu gehörende Sprenghöhe nimmt mit der Entfernung, aber etwas ſtärker als dieſe zu. Die Gedächtnißregel, nach welcher die Sprenghöhe etwa $^1/_{300}$ der Entfernung betragen ſoll, trifft genau nur für die Entfernung von 2800 m zu; auf den kleineren Entfernungen iſt ſie nicht ſo groß, auf den größeren aber größer. Immerhin genügt ſie für die Praxis für die Entfernungen von 1500 bis 4000 m; auf den Entfernungen über 4000 m beträgt die normale Sprenghöhe etwa $^1/_{200}$ der Entfernung; genau genommen iſt ſie zwar etwas kleiner; aber etwas zu hoch liegende Sprengpunkte ſind namentlich mit Rückſicht auf die Wirkungstiefe vortheilhafter als ſolche, die etwas zu tief liegen.

Daß die normale Sprengweite auf 50 m feſtgeſetzt iſt für alle Entfernungen, erleichtert das Schießverfahren; man erhält bei dieſer Sprengweite ſo gut wie gar keine Sprengpunkte hinter dem Ziel und bei der richtigen Sprenghöhe ſo gut wie gar keine Auf-

Digitized by

schläge. Nach den Trefffähigkeitstabellen sind bei einer mittleren Sprengweite von 50 m und bei normaler Sprenghöhe zu erwarten:

auf 1000 m 0 Sprengpunkte hinter dem Ziel, 2 pCt. Aufschläge,
= 2000 = 1 pCt. = = = = 2 = =
= 3000 = 1 = = = = = 2 = =
= 4000 = 4 = = = = = 3 = =
= 4500 = 5 = = = = = 5 = =

Jeder Sprengpunkt hinter dem Ziel sowie jeder Aufschlag deuten daher an, daß die Sprengweite bezw. Sprenghöhe nahe an der Grenze liegen, wo eine Korrektur geboten ist.

§ 9. Das Einschießen mit Schrapnels.

Das Einschießen bezweckt die Herbeiführung der richtigen oder vielmehr günstigen Lage des mittleren Sprengpunktes zum Ziel. Zu dem Zweck muß sowohl die richtige Flugbahnlage (Erhöhung), als auch die richtige Lage des Sprengpunktes in dieser Flugbahn (Brennlänge) herbeigeführt werden. Das Einschießen zerfällt daher in zwei scharf von einander gesonderte Theile.

Da die in der Luft krepirenden Geschosse schwierig zu beobachten sind, weil die Sprengwolke über dem Ziel erscheint, so wird die Entfernung in der Regel durch Schießen mit Az. ermittelt. Wegen der großen Wirkungstiefe des Schrapnelschusses genügt meist eine annähernde Ermittelung der Entfernung.

Man findet in den Schießregeln der verschiedenen Armeen zwei verschiedene Methoden. Entweder wird die Entfernung genauer ermittelt und das Feuer mit Bz. auf der als richtig gefundenen Entfernung eröffnet, oder aber man begnügt sich mit der Ermittelung zweier Grenzentfernungen, zwischen denen das Ziel liegt, und hält das dazwischen liegende Gelände durch Schießen auf verschiedenen Entfernungen unter Feuer. Hierbei geht man entweder lagenweise vor und zurück; d. h. alle Geschütze feuern mit gleicher Entfernung (deutsche Schießvorschrift — tir progressif im Französischen), oder aber jeder Zug bezw. jedes Geschütz schießt auf verschiedener Entfernung (tir échelonné). Das erstere Verfahren, bei welchem fortgesetzt beobachtet wird, gestattet, die unwirksamen Entfernungen auszuschalten, dadurch den unter Feuer zu haltenden Raum zu verkleinern und die Wirkung zu steigern.

Das dem Schrapnelschießen Eigenthümliche liegt nicht sowohl in der Ermittelung der Entfernung (Erhöhung), als vielmehr in der Ermittelung der zur Entfernung passenden Brennlänge.

Digitized by Google

Entspricht die Brennlänge der Erhöhung, so muß der mittlere Sprengpunkt 50 m vor dem Punkt liegen, den die Flugbahn des nicht krepirten Geschosses auf dem Erdboden (genauer noch auf der Visirlinie) treffen würde, bei vollständig gelungenem Einschießen also 50 m vor dem Ziel und zwar in derjenigen Höhe über der durch den Fuß des Ziels gedachten Wagerechten, die Spalte 8 der Schußtafel angiebt. Diese Höhe hängt wesentlich ab von der Entfernung oder vielmehr dem Fallwinkel, sie ist nahezu $50 . \operatorname{tg} \varphi$ m, wenn φ der Fallwinkel ist.

Bei der Korrektur der Brennlänge (Regeln der Sprenghöhe) kommt es auf zweierlei an, nämlich:

1) zu erkennen, daß Brennlänge und Erhöhung nicht übereinstimmen und

2) den Fehler zu beseitigen.

Zu 1. Daß die Brennlänge nicht zur Erhöhung paßt, kann eine doppelte Ursache haben. Entweder brennen die Zünder nicht richtig (zu lange oder zu kurz), sei es infolge von Witterungseinflüssen oder weil sie durch zu lange Lagerung ꝛc. gelitten haben. Bei kaltem und feuchtem Wetter verwerthet sich das Pulver niedriger; man erhält eine zu geringe Anfangsgeschwindigkeit; zugleich ist der Luftwiderstand größer, und man braucht zur Erreichung einer bestimmten Schußweite eine größere als die schußtafelmäßige Erhöhung und wird daher auch eine größere Brennlänge anwenden, als der Entfernung entspricht. Wird z. B., um eine Schußweite von 2000 m zu erreichen, die Erhöhung von 2100 m gebraucht, so wird man annähernd mit der Brennlänge von 2050 m richtige Sprengpunktslagen erhalten. Die auf 2100 m gestellten Zünder werden also um etwa 50 m zu lange brennen.*) — Das Umgekehrte, nämlich zu kurzes Brennen der Zünder tritt ein, wenn infolge von hoher Temperatur eine über der normalen liegende Anfangsgeschwindigkeit erhalten wird und der Luftwiderstand geringer ist.

Liegen die feuernde Batterie und das Ziel nicht in gleicher Höhe und wird die Erhöhung mit dem Richtbogen genommen (ohne Berücksichtigung des Geländewinkels), so erreicht man mit der der Entfernung entsprechenden schußtafelmäßigen Erhöhung einen Punkt,

---

*) Vergl. „Archiv für Artillerie-Offiziere" 94. Bd. „Ein Beitrag zum Studium der Tageseinflüsse."

Digitized by Google

der zwar in derselben Entfernung wie das Ziel, aber in derselben wagerechten Ebene wie das feuernde Geschütz, also um ebenso viel tiefer (höher) liegt, als der Höhenunterschied zwischen dem Ziel und dem Geschütz beträgt. Liegt das Ziel höher, so muß die Erhöhung um den Geländewinkel vergrößert, liegt es tiefer, um ebenso viel verkleinert werden, damit das Ziel selbst getroffen wird. Im ersten Fall ergiebt das Einschießen eine zu große, im anderen eine zu kleine Entfernung, und es treten dieselben Erscheinungen auf, als ob die Zünder zu lange bezw. zu kurz brennen.

Jede Unstimmigkeit zwischen Brennlänge und Erhöhung hat eine Verschiebung des Sprengpunktes aus der richtigen Lage zur Folge. Ist die Brennlänge im Verhältniß zur Entfernung zu groß (d. h. brennen die Zünder zu lange, oder liegt beim Richten mit Richtbogen das Ziel höher), so rückt der Sprengpunkt nach dem Ziele zu vor; die Sprengweite wird kleiner, ebenso die Sprenghöhe. Beträgt der Fehler mehr als 50 m, so macht das Geschoß einen Aufschlag, gleichviel ob der Fehler 60 oder 500 m beträgt. Ist dagegen die Brennlänge im Verhältniß zur Erhöhung zu klein, so entfernt sich der Sprengpunkt vom Ziel: Sprengweite und Sprenghöhe wachsen und zwar um so mehr, je größer die Unstimmigkeit wird. Brennen die Zünder um 50 m zu kurz, so werden Sprengweite und Sprenghöhe doppelt so groß, als sie normal sein sollten, brennen sie um 100 m zu kurz, so dreimal so groß ꝛc.

Da die Größe der Sprengweiten von der Batterie aus nicht zu beurtheilen ist, so bleibt als einziger Anhalt für die Beurtheilung des Verhaltens der Zünder die Sprenghöhe bezw. die Zahl der Aufschläge. Brennen die Zünder richtig, so stimmt die Sprenghöhe im Mittel mit den Angaben der Sp. 8 der Schußtafel überein; brennen sie zu lange, so wird die Sprenghöhe kleiner, es giebt Aufschläge; brennen sie zu kurz, so wird die Sprenghöhe größer; Aufschläge und selbst niedrige Sprengpunkte bleiben aus.

Eine ganz genaue Uebereinstimmung zwischen Brennlänge und Erhöhung wird ebenso selten vorkommen wie eine vollkommen richtige Lage der mittleren Flugbahn. Hier wie dort muß man geringe Fehler mit in den Kauf nehmen, nämlich Fehler von solcher Größe, daß eine Korrektur um das kleinste überhaupt ausführbare Maß (50 m) den Fehler vergrößern würde. Daher muß man

Digitized

Zünder, die um nicht mehr als 25 m zu lange oder zu kurz brennen, noch als richtig sich verhaltend ansehen.

Nachstehende Zusammenstellung giebt die mittlere Sprenghöhe in Metern an, wenn die Zünder um 25 m zu lange, richtig und um 25 m zu kurz brennen.

Zusammenstellung 9.

Entfernung m	Mittlere Sprenghöhe, wenn die Zünder brennen		
	25 m zu lange m	richtig m	25 m zu kurz m
1500	1,7	3,4	5,1
2000	2,65	5,3	7,95
2500	3,85	7,7	11,55
3000	5,25	10,5	15,75
3500	6,85	13,7	20,55
4000	8,85	17,7	26,55
4500	11,45	22,9	34,35

Die mittlere Sprenghöhe ist ganz unabhängig von der Größe der Streuung der Sprengpunkte; dagegen ist die Schätzung derselben nicht leicht und erfordert eine große Uebung. Die normale Sprenghöhe kann man dadurch mit Leichtigkeit finden, daß man mit dem der Schußweite entsprechenden Aufsatz auf das Ziel richtet und dann den Aufsatz um 50 m niedriger stellt. Die Visirlinie ist dann genau auf einen der richtigen Sprenghöhe entsprechenden Punkt gerichtet.

Auch die Zahl der Aufschläge kann einen Aufschluß über das Verhalten der Zünder geben. Es ist aber zu bemerken, daß die Größe der Streuung hierauf von entscheidendem Einfluß ist. Nur wenn die Zünder genau um 50 m zu lange brennen, wenn also der mittlere Sprengpunkt auf dem Boden liegt, erhält man die

Digitized by

Hälfte aller Schüsse als Aufschläge, gleichviel wie groß die Streuung und die Entfernung ist. In allen anderen Fällen wächst die Zahl der Aufschläge mit der Größe der Streuung, wenn die Zünder um weniger als 50 m zu lange brennen. Beim kriegsmäßigen Schießen werden die schußtafelmäßigen Streuungen stets überschritten; die zu erwartenden Streuungen dürfen wohl mindestens $1\frac{1}{2}$ mal so groß als die schußtafelmäßigen angenommen werden. Nachstehende Zusammenstellung giebt die Zahl der Aufschläge an für Streuungen, welche den schußtafelmäßigen gleich, $1\frac{1}{2}$ bezw. doppelt so groß sind.

Zusammenstellung 10.

Entfernung m	Prozentzahl der Aufschläge bei								
	schußtafelmäßigen Streuungen und			$1\frac{1}{2}$ mal so großen Streuungen und			doppelt so großen Streuungen und		
	25 m zu kurz	richtig	25 m zu lange	25 m zu kurz	richtig	25 m zu lange	25 m zu kurz	richtig	25 m zu lange
	brennendem Zünder								
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1500	0	2	15	2	8	24	6	15	30
2000	0	2	15	2	8	24	6	15	30
2500	0	2	15	2	8	24	6	15	30
3000	0	2	15	2	9	25	6	16	31
3500	0	3	17	3	10	26	7	17	32
4000	0	4	18	4	11	27	9	18	32
4500	1	5	21	5	14	30	12	21	35

Aus dem Vorstehenden geht klar hervor, daß wohl ein zu langes, nicht aber ein zu kurzes Brennen der Zünder mit Sicherheit aus der Zahl der Aufschläge erkannt werden kann. „Erhält man in einer Lage zwei Aufschläge oder bei weiterem Schießen mehrfach zwei Aufschläge" (Sch. V. Z. 59), so hat man jedenfalls mehr Aufschläge, als bei richtig brennenden Zündern vorkommen dürfen, selbst wenn die Streuungen erheblich größer als die schußtafelmäßigen; man ist daher unzweifelhaft zu einer Korrektur be-

Digitized by Google

rechtigt. Andererseits zeigt sich, daß bei genau richtig brennenden Zündern und schußtafelmäßigen Streuungen vereinzelte Aufschläge vorkommen dürfen (Sp. 3 der Zusammenstellung). Sobald aber die Zünder nur wenig (auf 2000 m z. B. nur um 14 m, auf 3000 m um 17 m) zu kurz brennen, bleiben die Aufschläge ganz aus. Auf 2000 m würde die mittlere Sprenghöhe 6,8 m betragen, wobei gar keine Aufschläge vorkommen können, da die mittlere Höhenstreuung 3,4 m ist. Wollte man in einem solchen Fall um 50 m korrigiren, so würden die Zünder um 36 m zu kurz brennen, also unzweifelhaft eine neue Korrektur erfordern. — Bei größeren Streuungen mehrt sich die Zahl der Aufschläge (vergl. Sp. 3, 6 und 9 der Zusammenstellung). Werden die Streuungen $1^1/_2$ mal so groß als die schußtafelmäßigen, so erhält man auf allen Entfernungen bei genau richtig brennenden Zündern durchschnittlich 19, bei 2mal so großen Streuungen 17 pCt. aller Schüsse als Aufschläge. Aber bei solchen Streuungen bleiben die Aufschläge auch dann nicht ganz aus, wenn die Zünder um 25 m oder mehr zu kurz brennen (vergl. Sp. 5 und 8 der Zusammenstellung). Bei $1^1/_2$fachen schußtafelmäßigen Streuungen erhält man bei um 25 m zu kurz brennenden Zündern genau ebenso viel Aufschläge als bei schußtafelmäßigen Streuungen und richtig brennenden Zündern; ja man erhält bei doppelt so großen Streuungen mehr Aufschläge bei um 25 m zu kurz brennenden Zündern als bei schußtafelmäßigen Streuungen und richtig brennenden Zündern (vergl. Sp. 8 und 3 der Zusammenstellung).

Da man beim gefechtsmäßigen Schießen die Größe der Streuung niemals kennt, so kann mithin aus der Zahl der Aufschläge auch nicht mit Sicherheit erkannt werden, ob die Zünder richtig oder um 25 m zu kurz brennen. Das seltene Vorkommen oder das Ausbleiben von Aufschlägen allein berechtigt daher noch nicht zu der Annahme, daß eine Korrektur geboten sei.

Die Sch. V. verlangt (Z. 90) eine Korrektur, wenn „die Sprengpunkte zu hoch" liegen, und sagt (Z. 60): „Auf zu hohe Sprengpunkte kann man schließen, wenn bei Beginn des Bz. Schießens einige außergewöhnlich hohe vorkommen." Um diese Regel richtig anwenden zu können, muß man sich darüber klar sein, was ein „außergewöhnlich hoher" Sprengpunkt ist. Sprengpunkte, welche doppelt so hoch liegen, als die normale Sprenghöhe beträgt,

Digitized by Google

ſind keineswegs als außergewöhnlich hoch zu bezeichnen, da ſolche Sprengpunkte bei richtig brennenden Zündern genau ſo oft vorkommen müſſen wie Aufſchläge. Als außergewöhnlich hoch kann man nur einen ſolchen Sprengpunkt bezeichnen, der nicht infolge der natürlichen Streuung hoch erſcheint, ſondern deſſen hohe Lage mit Nothwendigkeit eine Folge des zu kurzen Brennens der Zünder iſt. Nach den Streuungsgeſetzen *kann* ein Sprengpunkt bis um die *doppelte* mittlere *Höhenſtreuung* höher als der mittlere Sprengpunkt liegen. Auf 2000 m kann mithin ein Sprengpunkt 12,1 (5,3 + 6,8) m hoch liegen, auf 3000 m 24,5 m, ohne daß man daraus auf ein zu kurzes Brennen der Zünder ſchließen dürfte. Erſt *mehrere* Sprengpunkte von ſolcher Höhe würden zu einer ſolchen Annahme berechtigen. Im Allgemeinen wird man *einzelne* Sprenghöhen, welche doppelt ſo hoch als die normalen, dulden müſſen und erſt, wenn ſie „häufiger" vorkommen, zu einer Korrektur Veranlaſſung finden.

Weiter heißt es in Z. 60 der Sch. V., daß auch dann auf zu hohe Sprengpunkte geſchloſſen werden darf, wenn in einer Reihe von Schüſſen *nur* hohe, nicht auch einzelne tiefe Sprengpunkte oder vereinzelte Aufſchläge vorkommen. Ueber die „Aufſchläge" habe ich mich oben ausgeſprochen und gezeigt, daß und warum ſie keinen unbedingt ſicheren Anhalt für die Erkennung zu kurz brennender Zünder abgeben können. Was unter „tiefen" Sprengpunkten zu verſtehen iſt, definirt die Sch. V. nicht ſcharf. Z. 58 heißt es, daß Sprengpunkte, die nur etwa 1 m über dem Boden beobachtet werden, ebenſo behandelt werden ſollen wie Aufſchläge. Faßt man den Begriff „tiefe Sprengpunkte" ſo eng auf, dann wird ſich an der obigen Ausführung nichts Weſentliches ändern. Man kann aber unter „tiefen Sprengpunkten" ſolche verſtehen, bei denen eine „Beobachtung" noch möglich iſt, d. h. ſolche bis zu etwa 4 m Höhe. Nachſtehende Zuſammenſtellung giebt an, wie viel Prozent ſolcher tiefer Sprengpunkte (unter 4 m Höhe) vorkommen müſſen bei Zündern, die richtig bezw. um 25 m zu kurz brennen und bei Streuungen, die ſchußtafelmäßige Größe haben als auch $1\frac{1}{2}$ mal ſo groß ſind.

Digitized by

Zuſammenſtellung 11.

Entfernung m	Prozentzahl der Schüſſe mit Sprengpunkten bis zu 4 m Sprenghöhe bei			
	ſchußtafelmäßigen Streuungen und		$1^1/_2$ mal ſo großen Streuungen und	
	25 m zu kurz brennenden Zündern	richtig brennenden Zündern	25 m zu kurz brennenden Zündern	richtig brennenden Zündern
2000	6	30	16	37
2500	2	15	8	25
3000	0	8	5	18
3500	0	8	6	18
4000	0	8	6	18
4500	0	9	8	18

Man kann hieraus ſchließen, daß, wenn alle Schüſſe ſo hoch liegen, daß ſie nicht beobachtet werden können, mit hoher Wahrſcheinlichkeit anzunehmen iſt, daß die Zünder um mehr als 25 m zu kurz brennen, mithin eine Korrektur geboten iſt. Andererſeits werden auf den Entfernungen unter 2500 m bei großen Streuungen ſelbſt dann, wenn die Zünder um mehr als 25 m zu kurz brennen, einzelne beobachtungsfähige Sprengpunkte nicht ausbleiben. Es giebt in der That kein untrügliches Merkmal, an dem das zu kurze Brennen der Zünder erkannt werden kann, es ſei denn, daß der Fehler ſchon bedeutend oder eine Schätzung der Sprenghöhen möglich iſt.

Für das praktiſche Schießen läßt ſich hieraus die Regel ableiten, daß man nicht zu ängſtlich mit der Korrektur zu hoch liegender Sprengpunkte ſein möge, um ſo weniger, als erfahrungsmäßig die Neigung beſteht, die Größe der Sprenghöhen erheblich zu unterſchätzen. Nach der Korrektur achte man aber ſcharf darauf, ob dieſelbe nicht zu ſtark gewirkt hat, d. h. ob man nicht zu viel Aufſchläge erhält. In dieſem Falle iſt die Korrektur ſofort rückgängig zu machen. Umgekehrt, hat man nach zu viel Aufſchlägen korrigirt, ſo laſſe man ſich dadurch, daß nunmehr vielleicht die Sprengpunkte zu hoch erſcheinen, nicht ſtören. Der Anhalt, den zu häufige Aufſchläge geben, iſt viel ſicherer als der gegentheilige, und etwas zu hohe Sprengpunkte erhöhen die Wirkung namentlich

Digitized by

auf großen Entfernungen und bei großen Sprengweiten, wie aus Zusammenstellung 8 hervorgeht.

Zu 2. Es fragt sich nunmehr, in welcher Weise eine zwischen Erhöhung und Brennlänge erkannte Unstimmigkeit am besten auszugleichen ist. Da die Erhöhung durch das Einschießen mit Az. als ermittelt anzusehen ist, so muß die Brennlänge, je nachdem die Zünder zu lange oder zu kurz brennen, verkürzt oder verlängert werden. In der That ist in einigen Artillerien ein derartiges Verfahren (direkte Brennlängenkorrektur) eingeführt; es wird unter Festhaltung der erschossenen Erhöhung lediglich die Brennlänge geändert. Hiermit ist der Nachtheil verbunden (wenigstens bei den deutschen Geschützen), daß nunmehr Erhöhung und Zündertheilung verschiedenen Entfernungszahlen entsprechen, was namentlich, wenn man das Gelände durch lagenweises Vor- und Zurückgehen unter Feuer halten will, leicht zu Irrthümern Veranlassung giebt, jedenfalls aber die Bedienung und deren Beaufsichtigung erschwert.

Durch Anwendung eines selbstthätigen Stellschlüssels könnte dieser Uebelstand sehr vermindert werden. — In der deutschen Feldartillerie wird, um die aus der direkten Brennlängen-Korrektur erwachsenden Unzuträglichkeiten ganz zu beseitigen, durch einseitige Aenderung der Erhöhung die Größe der Unstimmigkeit ermittelt und diese alsdann durch gleichzeitige Korrektur an Erhöhung und Brennlänge um ein entsprechendes Maß nach der entgegengesetzten Seite beseitigt. Brennen die Zünder zu lange (erhält man zu viel Aufschläge), so wird die Erhöhung so lange um je 50 m vergrößert (es werden Platten untergelegt), bis man richtige Sprenghöhen erhält, und demnächst um ein entsprechendes Maß — für je eine Platte um 50 m — an Brennlänge und Erhöhung abgebrochen. Auf diese Weise erhält man (annähernd) dieselbe Flugbahn wieder, die man vorher als zutreffend ermittelt hatte und eine Brennlänge, die um dasjenige Maß verkürzt ist, um welches die Zünder zu lange brennen. — Liegen die Sprengpunkte zu hoch, so wird die Erhöhung verringert (Platten tiefer) und mit Erhöhung und Brennlänge entsprechend vorgegangen.

Die Schwäche dieses Verfahrens besteht darin, daß die durch eine Platte ($^3/_{16}°$) bewirkte Aenderung der Schußweite nicht genau 50 m beträgt, was eigentlich stillschweigend vorausgesetzt wird.

Digitized by Google

Die durch eine Platte bewirkte Aenderung der Erhöhung ändert die Schußweite

auf	1500 m	um	69 m
=	2000 =	=	60 =
=	2500 =	=	54 =
=	3000 =	=	45 =
=	3500 =	=	42 =
=	4000 =	=	36 =
=	4500 =	=	30 =

Brennen z. B. auf 2000 m die Zünder um 30 m zu lange, so wird man unzweifelhaft so viel Aufschläge erhalten, daß man zum Unterlegen einer Platte genöthigt ist (bei schußtafelmäßiger Streuung 21 pCt., bei größerer Streuung noch mehr). Nach dem Abbrechen der Entfernung um 50 m (also 1950) werden die Zünder nunmehr um 20 m zu kurz brennen, dagegen die Sprengpunkte so hoch zu liegen kommen, als ob die Zünder um 30 m zu kurz brennen. Die mittlere Sprenghöhe wird 8,6 m betragen, wobei man bei schußtafelmäßiger Streuung gar keine Aufschläge und nur 3 pCt. aller Sprengpunkte (d. h. durchschnittlich in 5 bis 6 Lagen einen) in einer Höhe von 4 m und darunter erhält. Selbst wenn die Streuung 1½ mal so groß wird, bleiben die Aufschläge so gut wie ganz aus (1 pCt.); auch die beobachtungsfähigen Sprengpunkte werden noch sehr selten sein (11 pCt.), so daß man in zwei Lagen etwa einen erwarten darf.

Brennen andererseits auf 4000 m die Zünder um 60 m zu lange, so wird man nach dem Unterlegen der Platte und dem entsprechenden Abbrechen an Entfernung zwar annähernd richtige Sprengweiten erhalten; aber die Sprenghöhen werden noch immer sehr niedrig erscheinen (9,1 statt 17,7 m); man würde bei schußtafelmäßigen Streuungen etwa 17, bei 1½ mal so großen dagegen 27 pCt. Aufschläge erhalten, in beiden Fällen also wahrscheinlich zu einer Wiederholung der Korrektur veranlaßt werden und dadurch zwar annähernd richtige Sprenghöhen (21,7 m im Mittel), aber um etwa 40 m zu große Sprengweiten erhalten. Dadurch, daß das Schießen auf zwei um 100 m auseinander liegenden Entfernungen fortgesetzt wird, verliert dieser Nachtheil ganz seine Bedeutung.

IV. Folgerungen für das Feldgeschütz der Zukunft.

§ 10. Die Mittel zur Steigerung der Wirkung.

Von großem Interesse ist die Frage, ob, auf welche Weise und in welchem Umfange bei Neukonstruktion eines Geschützes eine Steigerung der Wirkung des Schrapnelschusses möglich ist.

Im Kapitel I ist nachgewiesen, welche Faktoren von Einfluß auf die Wirkung sind und wie sich derselbe äußert. Es waren dies: 1. Zahl, 2. Stoßkraft der Kugeln, 3. Größe des Kegelwinkels, 4. Krümmung der Bahn.

Zu 1 und 2. Die Vermehrung der Füllkugeln ist ein sehr wichtiges, wenn nicht das wirksamste Mittel, die Wirkung zu steigern. Die Ueberlegenheit der Wirkung schwerer Geschosse liegt zum großen Theil in der hohen Zahl ihrer Füllkugeln. Die Steigerung der Kugelzahl läßt sich herbeiführen durch Erhöhung des Geschoßgewichts, durch Herabsetzung des Gewichts der einzelnen Kugel oder endlich durch die Geschoßkonstruktion.

Eine Erhöhung des Geschoßgewichts über 7,5 kg würde mit einer Erschwerung des ganzen Artilleriesystems gleichbedeutend, also nur durch Verringerung der Beweglichkeit zu erkaufen sein. Selbst wenn man, wie wir, der Ansicht ist, daß die Beweglichkeit unserer Geschütze allen billigen Ansprüchen genügt, so wird man doch eine Gewichtssteigerung als ausgeschlossen, das Geschoßgewicht von 7,5 kg als eine nicht zu überschreitende Grenze ansehen müssen.

Die Herabsetzung des Gewichts der einzelnen Kugel ist gleichbedeutend mit Verminderung ihrer Stoßkraft, welche bei gleicher Geschwindigkeit im Sprengpunkt mit dem Gewicht der Kugel steigt oder fällt. Um eine Arbeitsleistung von 8 mkg zu erhalten, muß

eine Kugel	von	13	g	Gewicht	110 m,
=	=	11	=	=	120 =
=	=	10	=	=	125 =
=	=	9	=	=	132 =

Auftreffgeschwindigkeit haben. Nachstehende Zusammenstellung läßt erkennen, wie die Wirkungstiefe durch das Gewicht der einzelnen Kugel bedingt wird.

Digitized by Google

Zusammenstellung 12.

Geschwindigkeit der Schrapnelkugel im Sprengpunkt	Wirkungstiefe, bedingt durch die Stoßkraft bei einer Kugel von			
	13 g Gewicht aus Weichblei	11 g Gewicht	10 g Gewicht	9 g Gewicht
		aus Hartblei		
m	m	m	m	m
500	463	332	308	280
450	450	321	298	270
400	436	312	290	260
350	416	300	273	246
300	387	268	250	224
250	325	228	208	181
200	245	161	142	121

Schon im § 2 ist darauf hingewiesen, in wie hohem Maße die Wirkungstiefe des Schrapnels dadurch herabgedrückt ist, daß an Stelle der 13 g schweren Weichbleikugel die 11 g schwere Hartbleikugel getreten ist. Deshalb halte ich es für ganz unzulässig, das Gewicht noch mehr herabzusetzen. Man kann zwar einwenden, daß die Wirkungstiefe des Schrapnels weniger durch die zu geringe Stoßkraft seiner Kugeln, als vielmehr durch die zu geringe Dichtigkeit der Treffer bei großen Sprengweiten bestimmt wird. Wenn es aber gelingt, den Kegelwinkel zu verkleinern und hierdurch die Wirkungstiefe der Geschosse zu vergrößern, so darf man diese nicht wieder durch Verminderung der Stoßkraft der Kugeln herabsetzen. Hierzu ist noch zu bemerken, daß die Grenze der Wirkungstiefe, soweit sie durch die Dichtigkeit der Treffer bedingt ist, keine absolute ist und durch einen Mehraufwand von Geschossen verschoben werden kann, während eine zu geringe Stoßkraft der Kugeln unbedingt nachtheilig ist und durch keinen noch so großen Munitionsaufwand ausgeglichen werden kann.

Solange es sich nur um Menschen handelt, könnte die Stoßkraft der Kugeln bei etwas herabgesetzten Gewichten noch allenfalls als ausreichend gelten, obschon man auf Entfernung unter 1500 m (Geschwindigkeit des Schrapnels C/91 im Sprengpunkt

Digitized by Google

290 m) mit mittleren Sprengweiten von über 250 m rechnen muß.*) Ob die Stoßkraft von 8 mkg auch hinreicht, um Pferde außer Gefecht zu setzen, ist mir mehr als zweifelhaft. Nach Langlois (Theil I S. 70) hält man in Frankreich bereits 3,6 mkg, also weniger als die Hälfte, für genügend, um einen Menschen außer Gefecht zu setzen. Dagegen fordert man eine 4 bis 5mal so große Stoßkraft, um Pferde außer Gefecht zu setzen. Danach müßte eine 11 g schwere Kugel eine Geschwindigkeit von 175 m, eine 10 g schwere eine solche von 183 m besitzen, während für eine 13 g schwere Kugel schon 161 m genügen würden. Nachstehende Zusammenstellung läßt die Wirkungstiefe der Schrapnelkugeln verschiedener Gewichte bei verschiedenen Geschwindigkeiten im Sprengpunkt gegen Pferde unter obiger Voraussetzung erkennen.

Zusammenstellung 13.

Geschwindigkeit der Schrapnelkugel im Sprengpunkt	Wirkungstiefe des Schrapnels mit Rücksicht auf die Stoßkraft gegen Pferde bei Kugeln von		
	13 g Gewicht aus Weichblei	11 g Gewicht	10 g Gewicht
		aus Hartblei	
m	m	m	m
450	292	200	191
400	275	189	170
350	258	176	161
300	230	153	136
250	171	107	88

Diese Zahlen bestätigen, daß eine Herabsetzung des Gewichts unter 11 g ganz unzulässig, vielmehr eine Steigerung der Stoß-

*) Ist z. B. auf 16 m eine Platte untergelegt, die Gabel $\frac{1600}{1400}$ gebildet, so beträgt, wenn das Ziel auf 1650 m steht und das Bz.-Feuer auf 1400 m beginnt, die mittlere Sprengweite 300 m. Sie kann aber, ohne daß ein Bedienungs- oder Beobachtungsfehler vorgekommen wäre, noch größer werden.

Digitized by Google

kraft anzuſtreben iſt, um die bedeutende Einbuße an Wirkungstiefe, die durch die Annahme der 11 g ſchweren Hartbleikugel anſtatt der 13 g ſchweren Weichbleikugel eingetreten iſt, wieder möglichſt zu beſeitigen. Wenn die Zahlen auch nicht unbedingt richtig ſind, ſo haben ſie doch einen hohen Vergleichswerth und zeigen, daß eine Erhöhung der Kugelzahl ebenſo wenig durch Herabſetzung des Einzelgewichts wie durch Erhöhung des Geſchoßgewichts erreichbar iſt.

Als einziges Mittel bleibt eine zweckmäßige Konſtruktion übrig, um das todte Gewicht möglichſt herabzudrücken und ein günſtiges Verhältniß zwiſchen dem nutzbaren Gewicht (Kugelfüllung) zum Geſchoßgewicht herzuſtellen. In Zukunft wird man daher die Hülſe des Schrapnels nur noch aus Stahl fertigen und das Geſchoß lediglich durch einen hinteren Kupferring führen. Die Anbringung eines vorderen Ringes zwingt dazu, die Wandſtärke des Geſchoſſes größer zu machen, als ſonſt nöthig wäre. Vielleicht gelingt es, die Haupttheile des Zünders aus Aluminium zu fertigen, wodurch mindeſtens 300 g geſpart werden können, die der Kugelzahl zu Gute kommen. Hotchkiß hat dieſes Mittel meines Wiſſens zuerſt angewendet und dadurch bei ſeinem obus à mitraille ein verhältnißmäßig ſehr hohes Gewicht des nutzbaren Theiles erzielt. Wäre es mit Rückſicht auf die Koſten möglich, die Füllkugeln aus Wolfram herzuſtellen, ſo würde die hohe Dichte dieſes Stoffes ſicherlich das Verhältniß der Kugelfüllung zum ganzen Geſchoßgewicht erheblich ſteigern.

Die günſtigſten Verhältniſſe zwiſchen dem nutzbaren und dem ganzen Geſchoßgewicht finden ſich bei den obus à mitraille, wie Spalte 11 der Anlage 1 zeigt. Es iſt aber bereits hervorgehoben, daß die Zahl der Sprengtheile keineswegs ſehr hoch iſt, da das hohe Gewicht nur durch Einrechnung der ſehr ungünſtig geformten Theile der Scheiben, in denen die Kugeln lagern, hervorgerufen wird. Den obus à mitraille ſtehen am nächſten die Schrapnels mit Mittel- und Kopfkammer. Erſtere haben den Nachtheil einer zu großen Oeffnung des Sprengkegels, der bei den Geſchoſſen der Zukunft wahrſcheinlich noch größer ausfallen würde, weil die verhältnißmäßig größere Länge der Geſchoſſe, die zur Erzielung einer hohen Querdichte unerläßlich iſt, einen ſtarken Drall erfordert, der eine größere Umdrehungsgeſchwindigkeit, eine der beiden Haupturſachen der Oeffnung des Kegels, zur Folge haben wird. Aller

Digitized by Google

Wahrscheinlichkeit nach muß das Zukunftsgeschoß ein Bodenkammerschrapnel sein, obwohl dieses unter sonst gleichen Umständen stets eine geringere Kugelzahl haben muß als ein Schrapnel mit Mittelkammer.

Ist es möglich, beim Bodenkammerschrapnel den Zünder am Boden statt am Geschoßkopf anzubringen, so wird dadurch viel todtes Gewicht erspart und eine erheblich höhere Verwerthung des Geschoßgewichts erreicht werden können. Da es gelungen ist, die Rauchwolke der Sprenggranate sehr beobachtungsfähig zu machen, ist auch die Anwendung eines sehr kräftigen, wenig Raum einnehmenden Sprengstoffes denkbar.

Bereits jetzt sind Bodenkammerschrapnels hergestellt, deren Kugelfüllung 41 pCt. des Geschosses wiegt. Unter Zugrundelegung einer solchen Verwerthung würde man für ein Schrapnel

von	7,5	kg	auf	280	Kugeln	à	11 g
=	7,25	=	=	270	=	=	11 =
=	7,0	=	=	261	=	=	11 =
=	6,75	=	=	252	=	=	11 =

rechnen dürfen.

In der Anwendung eines Bodenkammerschrapnels von großer Querdichte liegt zugleich das Mittel, die Stoßkraft und damit die Wirkungstiefe zu steigern. Der dadurch den Kugeln ertheilte Geschwindigkeitszuwachs von 40 bis 50 m vergrößert die Wirkungstiefe auf den eigentlichen Kampfentfernungen um etwa 30 bis 40 m. (Vergl. Zusammenstellung 1.)

Zu 3 und 4. Der Einfluß des Kegelwinkels auf die Wirkung geht deutlich aus den §§ 3 und 4 hervor. Bei richtiger Flugbahnlage vergrößert ein kleiner Kegelwinkel sowohl die Zahl der Treffer, wie die der getroffenen Rotten. Bei einem sehr kleinen Kegelwinkel könnte es freilich vorkommen, daß zu wenig Rotten getroffen werden; aber dazu müßte der Kegelwinkel erheblich kleiner sein. Auch die Gefahr, daß infolge fehlerhafter Seitenrichtung die Wirkung ganz verloren ginge, ist noch nicht zu befürchten. Dagegen kann ein kleiner Kegelwinkel bei stark gekrümmter Flugbahn sehr nachtheilig wirken, weil bei dieser Verbindung die Wirkungstiefe des Schrapnels sehr verringert wird, da dann die dem obersten Theile des Streuungskegels angehörenden Sprengtheile schon vom Sprengpunkt ab eine nach

Digitized by Google

abwärts gerichtete Flugbahn haben würden. Beim Schrapnel C/91 nimmt die Wirkungstiefe von 3000 m an sehr schnell ab, eben weil auf dieser Entfernung der halbe Kegelwinkel dem Fallwinkel etwa gleich ist. Als man vor mehreren Jahren beim schweren Feldgeschütz C/73 Bodenkammerschrapnels versuchte, erhielt man auf den kleineren Entfernungen eine sehr große Wirkung mit bedeutender Wirkungstiefe; dagegen war schon auf den Entfernungen über 2000 m eine schnelle Abnahme der Wirkungstiefe zu erkennen, und bei größeren Sprengweiten blieb die Wirkung nicht unerheblich hinter der des Schrapnels C/82 zurück.*)

Eine Steigerung der Schrapnelwirkung mit großer Wirkungstiefe ist, da eine Erhöhung der Kugelzahl ausgeschlossen ist, nur durch Verengung der Sprenggarbe, aber zugleich **größere Gestrecktheit** der Flugbahn zu erreichen. Aus diesem Grunde muß das Geschütz der Zukunft Bodenkammerschrapnels von großer Querdichte mit möglichst großer Anfangsgeschwindigkeit verfeuern.

§ 11. Das Geschütz von möglichst hoher Wirkung und ausreichender Beweglichkeit.

Bevor man in eine Erörterung der Frage eintritt, in welchem Umfange eine Verbesserung des Feldgeschützes möglich ist, muß man über gewisse Bedingungen und Ziele völlig im Klaren sein. Es leuchtet ohne Weiteres ein, daß das Geschütz ganz anders ausfällt, je nachdem man die Wirkung oder die Beweglichkeit in den Vordergrund stellt. Jeder dieser beiden Gesichtspunkte hat seine völlige Berechtigung; die Schwierigkeit liegt eben darin, eine Verständigung zu finden, die beiden gerecht wird.

Ich will zunächst untersuchen, wie die Frage zu beantworten ist, wenn man von der Steigerung der Wirkung ausgeht. Unter der Voraussetzung, daß die entscheidenden Artilleriekämpfe in den Schlachten der Zukunft auf etwa 2500 bis 3500 m durchgefochten werden, stelle ich als ein wünschenswerthes Ziel hin:

1. Auf 2500 m darf der Kegelwinkel nicht kleiner als 18° sein, damit bei normaler Sprengweite (50 m) auch bei fehlerhafter Seitenrichtung die Sprenggarbe nicht wirkungslos zwischen zwei mit normalen Zwischenräumen aufgestellten Geschützen hin-

*) Vergl. Müller, Entwickelung der Feldartillerie, Th. II S. 182.

Digitized by Google

durchgehen kann. Bei 18° Kegelwinkel beträgt die Oeffnung des Kegels 50 m, vom Sprengpunkt 16 m.

2. Bei normaler Sprengweite soll auf 2500 m die „Dichtigkeit der Treffer" so groß sein, daß bei 50 m Sprengweite die Hälfte der Geschützbedienung getroffen werden *kann*. Nimmt man die Hälfte der Mannschaften als *von vorn*, die andere als *von der Seite* treffbar an, so ergiebt sich eine senkrechte treffbare Fläche von etwa 0,4 qm; mithin muß die „Dichtigkeit der Treffer" mindestens 1,25 sein, damit die obige Bedingung erfüllt wird. Da ein Kreis von 16 m Durchmesser einen Flächeninhalt von rund 200 qm hat, so folgt daraus, daß das Schrapnel *mindestens* 250 Sprengtheile liefern muß.

3. Auf 3500 m darf der Fallwinkel nicht größer als der halbe Kegelwinkel sein, damit man eine ausreichende Wirkungstiefe erhält.

Geht man davon aus, daß das Gewicht der einzelnen Kugel 11 g, die Kugelfüllung 41 pCt. des Geschoßgewichts beträgt, so ergiebt sich als *Mindestgewicht des Geschosses* 6,7 kg.

Unter der Annahme, daß das Geschoß 7,5 kg wiegen darf, erhält man unter den gleichen Voraussetzungen, wie bereits oben erwähnt, 280 Kugeln. Ein solches Schrapnel würde bei 20° Kegelwinkel dieselbe Dichtigkeit der Treffer besitzen, wie das 6,7 kg schwere bei 18°.

Die Anfangsgeschwindigkeit (v_0) des Geschosses richtet sich nach der Arbeitsleistung des Geschützes. Bei einer Arbeitsleistung von 275 mkg pro Kilogramm Rohrgewicht — eine Leistung, die *jedenfalls* erreichbar ist — würde man aus einem 420 kg schweren Rohr eine v_0 von 580 m für das 6,7 kg schwere Geschoß, bezw. 550 m für das 7,5 kg Geschoß erhalten. Die Arbeitsleistung beträgt etwa 115,5 mt.

Nimmt man in beiden Fällen vierkugel schwere Geschosse an, so ergiebt sich daraus ein Kaliber von etwa 7,7 bezw. 8,0 cm. Der Drallwinkel ist — vorbehaltlich weiterer Versuche — zu 6° anzunehmen. Ebenso nehmen wir an, daß die den Füllkugeln durch die Sprengladung ertheilte Geschwindigkeit nach vorwärts etwa 50 m, nach der Seite 20 m beträgt. Wir setzen ferner eine für die Ueberwindung des Luftwiderstandes günstige Geschoßform

Digitized by Google

voraus (nach Braccialini n = 900) und sind nunmehr im Stande, die wichtigsten balliſtiſchen Werthe für beide Geſchoſſe annähernd zu errechnen.

Zuſammenſtellung 14.

	6,7 kg ſchweres Schrapnel Kaliber = 7,7 cm						7,5 kg ſchweres Schrapnel Kaliber = 8,0 cm					
Entfernung	0	2000	2500	3000	3500	4000	0	2000	2500	3000	3500	4000
Geſchwindigkeit n .	580	364	314	293	279	264	550	336	309	291	279	264
Erhöhung Grad .	—	2^{9}	3^{8}	4^{10}	5^{15}	7^{5}	—	2^{12}	3^{12}	4^{15}	6^{11}	7^{13}
Fallwinkel	—	3^{9}	5^{3}	7^{1}	9^{6}	11^{13}	—	3^{12}	5^{8}	7^{7}	9^{11}	12^{3}
Kegelwinkel	11^{10}	17^{10}	20^{0}	21^{3}	22^{1}	23^{2}	11^{10}	18	19^{6}	20^{4}	21^{4}	22^{0}

Aus dieſer Zuſammenſtellung geht hervor, daß der Kegelwinkel bei dem leichteren Geſchoß etwas größer als erwünſcht ausgefallen iſt; dagegen iſt bei dem ſchwereren Geſchoß die Dichtigkeit der Treffer noch etwas größer als die angeſtrebte, zugleich aber auf 3500 m der Fallwinkel noch immer kleiner als der halbe Kegelwinkel. Das leichtere Geſchoß hat trotz der geringeren Querdichte auf allen Entfernungen die flachere Flugbahn. Die Entfernung, auf welcher der Fallwinkel ſo groß wird wie der halbe Kegelwinkel, liegt für das leichtere Geſchoß auf etwa 3900, für das ſchwere auf etwa 3600 m. Zweifellos würde die Aufgabe noch durch ein 7,0 kg ſchweres Geſchoß mit 568 m Geſchwindigkeit völlig gelöſt werden. Das Kaliber würde etwa 7,8 cm betragen.

Es verſteht ſich wohl von ſelbſt, daß die Zahlenangaben der obigen Zuſammenſtellung keinen Anſpruch auf abſolute Richtigkeit machen können, ſelbſt dann nicht, wenn alle Vorausſetzungen zuträfen. Es wirken ſtets Urſachen mit, die ſich der Beobachtung und ſomit auch der Rechnung entziehen. Wohl aber laſſen die Zahlen deutlich den Einfluß erkennen, den eine Steigerung des Geſchoßgewichts bezw. der Anfangsgeſchwindigkeit ausübt.

Digitized by Google

Bei dem leichteren Geſchoß hat das Rohr einen um mindeſtens 24 pCt. größeren Gasdruck als bei dem ſchwereren auszuhalten; andererſeits wird bei dem größeren Geſchoßgewicht die Laffete um etwa 11 bis 12 pCt. mehr angeſtrengt. Die Arbeit des Rückſtoßes der Geſchützrohre dürfte ſich bei dem 7,7 cm Rohr auf etwa 2060, beim 8,0 cm Rohr auf 2280 mkg ſtellen.

Es iſt ſchon von vielen Seiten darauf hingewieſen, daß die Schwierigkeit, ein verbeſſertes Feldgeſchütz zu erhalten, weit mehr im Bau der Laffete, als in dem des Rohres wurzelt. Die größte Anſtrengung, welche die deutſche Feldartillerie bisher der Laffete zugemuthet hat, berechnet ſich nach der Piobertſchen Formel*) auf nur 1690 mkg [ſchweres Feldgeſchütz C/73/88 (420 kg), Schrapnel C/82 (8,15 kg), grobkörniges Pulver (1,5 kg) bei einer Anfangsgeſchwindigkeit von 419 m]; ſie iſt alſo 21 bis 22 pCt. niedriger, als bei dem 6,7 kg ſchweren Geſchoß mit $v_0 = 580$ m und ſogar 34 bis 35 pCt. niedriger als bei dem 7,5 kg ſchweren Geſchoß mit $v_0 = 550$ m. Ob es möglich ſein wird, ohne Gewichtserhöhung — dieſe iſt als gänzlich ausgeſchloſſen zu bezeichnen — eine dieſen Anſtrengungen gewachſene Laffete herzuſtellen, iſt mindeſtens zweifelhaft.

§ 12. Das Geſchütz mit ausreichender Wirkung und möglichſt großer Beweglichkeit.

Die Frage, was unter „ausreichender Wirkung" zu verſtehen iſt, wird je nach Temperament und Neigung verſchieden beantwortet werden. Für eine wiſſenſchaftliche Unterſuchung bedarf man aber eines feſten Ausgangspunktes, und ich möchte daher mit einer Koryphäe der deutſchen Artillerie, dem leider zu früh verſtorbenen Oberſt Bode, als erſte Bedingung hinſtellen, daß „das Zukunftsgeſchütz nicht ſchlechter ſein dürfe als das jetzige". Man hat dieſen Ausſpruch des geiſtvollen Mannes oft für einen ſchlechten Scherz gehalten, und doch war er durchaus ernſt gemeint; denn unter den damaligen Verhältniſſen, zur Zeit des

*) Nach der Piobertſchen Formel iſt das Produkt aus der Geſchoßgeſchwindigkeit (V) mal dem Geſchoßgewicht plus dem der halben Ladung ($p + \frac{1}{2} l$) gleich dem Produkt aus dem Rohrgewicht (P) mal der Geſchwindigkeit (v), mit der das Rohr zurückbewegt wird; alſo

$$V (p + \tfrac{1}{2} l) = v \cdot P.$$

Schwarzpulvers nämlich, war es unmöglich, ein Geſchütz von größerer Wirkung ohne Gewichtserhöhung herzuſtellen. Jede Steigerung der Anfangsgeſchwindigkeit, jede Herabſetzung des Kalibers unter Beibehalt des Geſchoßgewichts hätte ſofort den Gasdruck unzuläſſig hoch geſteigert. Das rauchloſe Pulver, welches die gleiche Arbeit wie das Schwarzpulver bei geringerem Gasdruck und Eigengewicht leiſtet, geſtattet zweifellos eine Herabſetzung des Rohr- und Laffetengewichts,*) wenn die Wirkung dieſelbe bleibt. Der Ausdruck „dieſelbe Wirkung" iſt noch ſchärfer zu definiren. Ich verſtehe darunter, das Zukunftsgeſchütz ſoll auf etwa 2500 m mit Schrapnels mindeſtens dieſelbe Trefferzahl liefern wie das Feldgeſchütz C/73 mit Schrapnels C/82; (dann wird ſeine Wirkung etwas größer als die des Schrapnels C/91, vergl. § 3 S. 398). Dieſe Forderung iſt ſehr leicht zu erfüllen, da man den Kegelwinkel ganz beliebig verringern, die Dichtigkeit der Treffer alſo ſteigern kann. Aber bei zu kleinen Kegelwinkeln liegt die Gefahr vor, daß geringe Fehler in der Höhen- oder Seitenrichtung die Wirkung vernichten. Darum fügen wir noch zwei weitere Bedingungen hinzu, nämlich: 1. daß auf der Entfernung von 3000 m der Fallwinkel kleiner ſei, als der halbe Kegelwinkel, und daß 2. auf 2500 m der Kegelwinkel mindeſtens 18° betrage.

Dieſe letzte Bedingung ſchließt zugleich das Mindeſtgewicht des Geſchoſſes ein. Da beim Schrapnel C/82 der Kegelwinkel auf 2500 m 22^{7} Grad beträgt (vergl. Anlage 2) und dies Geſchoß etwa 300 Sprengtheile liefert, ſo muß das Schrapnel mit dem Kegelwinkel von 18° mindeſtens

$$300 \frac{\operatorname{tg} 9°}{\operatorname{tg} 11^{31}/_{2}},$$

alſo 240 Kugeln enthalten. Gelingt es bei dieſem Geſchoß, das Gewicht der Kugelfüllung auf 41 pCt. des Geſchoßgewichts zu bringen, ſo errechnet ſich das Letztere zu 6,43 kg. Mit einem geringeren Geſchoßgewicht iſt die Aufgabe überhaupt nicht zu löſen. Selbſt bei dieſem Gewicht wird man auf 2500 m wohl die gleiche Zahl von Treffern — gegen eine 1 m hohe Scheibe bei

*) Nach der Piobertſchen Formel $V(p + \frac{1}{2} l) = v \cdot P$ wird v, d. h. die Geſchwindigkeit des Rohrs durch den Rückſtoß kleiner, wenn l kleiner wird.

Digitized by

50 m Sprengweite 19,3*) — erhalten, aber die Zahl der getroffenen Rotten muß hinter derjenigen, die das Feldschrapnel C/82 liefert, zurückstehen. Der Grund ist leicht einzusehen. Bei dem kleinen Kegelwinkel breiten sich die Treffer des Bodenkammerschrapnels über 16 m, wenn man Rotten zu 0,5 m Breite annimmt, also 32 Rotten, aus, während die Treffer des Feldschrapnels C/82 eine Ausbreitung von 20 m, also 40 Rotten, haben. Die Wahrscheinlichkeit, daß einzelne Rotten mehr als 1 Treffer erhalten, ist also dort größer als hier. Die Anwendung der im § 6 Seite 418 entwickelten Formel ergiebt für das leichtere Schrapnel 14,6, für das Schrapnel C/82 15,5 getroffene Rotten, also etwa 6 pCt. mehr.

Ist somit 6,43 kg als das Minimalgewicht anzusehen, so ist andererseits das von 7,5 kg ein Maximum, da jede Steigerung des Gewichts über dieses Maß hinaus eine Erschwerung des ganzen Systems bedeuten würde, die ja eben vermieden werden soll.

Geht man davon aus, daß der Rückstoß des Geschützrohres den des Feldgeschützes C/73/88 keinesfalls überschreiten soll, so läßt sich die Geschoßgeschwindigkeit, über die nicht hinaus gegangen werden darf, berechnen. Sie stellt sich für das 6,43 kg schwere Geschoß auf 558, für das 7,5 kg schwere auf 497 m.

Als niedrigste Geschwindigkeit, die in Frage kommen kann, nehmen wir die von 450 m an, als eine solche, die der des eingeführten Schrapnels ziemlich nahe steht.

Da die Geschwindigkeiten gegenüber dem im § 11 betrachteten Geschütz hier bedeutend herabgesetzt sind, wird auch die Querdichte der Geschosse nicht so groß zu sein brauchen. Diese werden daher nicht 4-, sondern nur etwa $3\frac{1}{2}$ mal so schwer, wie die eiserne Vollkugel gleichen Kalibers gemacht, woraus sich das Kaliber von rund 8,4 bezw. 7,9 cm ergeben würde. Ein Drall von 6° wird genügen, um dem Geschoß eine ausreichende Stabilität der Drehachse zu geben. Nimmt man wie oben an, daß die durch die Sprengladung hervorgerufene seitliche Geschwindigkeit etwa 20 m, der Geschwindigkeitszuwachs 50 m beträgt, so läßt sich der Kegelwinkel annähernd errechnen. Nachstehende Zusammenstellung ent-

*) Zahl der Treffer $= \frac{2 \cdot 240}{50 \cdot \operatorname{tg} 9° \cdot \pi}$ bezw. $\frac{2 \cdot 300}{50 \cdot \operatorname{tg} 11^{3}/_{2} \cdot \pi}$. Auch mit Hülfe von Anlage 3 und 4 zu errechnen.

Digitized by Google

hält die wichtigsten Angaben über Flugbahn und Kegelwinkel beider Geschosse bei der größten und kleinsten Anfangsgeschwindigkeit.

Zusammenstellung 15.

	Entfernung m	7,9 cm mit 6,43 kg schwerem Schrapnel		8,4 cm mit 7,5 kg schwerem Schrapnel	
		$v_0 = 450$	$v_0 = 560$	$v_0 = 450$	$v_0 = 500$
Geschoßgeschwindigkeit m	2000	290	341	293	308
	2500	275	305	278	289
	3000	260	281	264	274
	3500	247	267	248	260
Erhöhung Grad	2000	$4^{11\frac{1}{2}}$	2^{13}	4^{1}	3^{6}
	2500	5^{9}	4^{2}	5^{7}	4^{10}
	3000	7^{3}	5^{2}	7^{0}	6^{0}
	3500	$8^{15\frac{1}{2}}$	6^{9}	8^{13}	7^{10}
Fallwinkel Grad	2000	5^{7}	3^{14}	5^{6}	4^{10}
	2500	7^{9}	6^{3}	7^{6}	6^{10}
	3000	9^{15}	7^{14}	9^{10}	8^{12}
	3500	12^{9}	10^{5}	12^{1}	11^{3}
Kegelwinkel Grad	2000	17^{2}	16^{14}	17^{0}	17^{14}
	2500	17^{15}	18^{6}	17^{16}	18^{14}
	3000	18^{12}	19^{12}	18^{10}	19^{12}
	3500	19^{10}	20^{9}	19^{8}	20^{8}

Diese Zahlen zeigen, daß die Aufgabe mit einem Geschoß von 6,43 kg Gewicht, wenn überhaupt, so doch sehr schwer lösbar ist. Auf 2500 m hat bei $v_0 = 450$ m der Kegelwinkel wohl die genügende Größe; aber auf 3000 m ist er zu klein bezw. der Fallwinkel zu groß. Vergrößert man den Kegelwinkel durch Vergrößerung der die Sprengtheile auseinander treibenden oder durch

Digitized by Google

Verkleinerung der sie vorwärts treibenden Kräfte, so wird er auf 2500 m zu groß. Steigert man die Anfangsgeschwindigkeit, so wird es nothwendig, zugleich den Kegelwinkel etwas zu verkleinern. Das 7,5 kg schwere Geschoß löst die Aufgabe mit einem bedeutenden Ueberschuß sowohl bei 450 wie bei 500 m Anfangsgeschwindigkeit, nur müßte bei 450 m der Kegelwinkel etwas größer gemacht werden. — Auch ein 7,0 kg schweres Geschoß wird die Aufgabe unbedingt bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 450 bis 510 m lösen. Nehmen wir das Mittel hieraus, also $v_0 = 480$ m, das Kaliber zu 8,1 cm, so ergeben sich, wenn die auf den Kegelwinkel Einfluß habenden Umstände wie oben angenommen werden, für dieses Geschütz die nachstehenden ballistischen Verhältnisse.

Zusammenstellung 16.

Entfernung	0	2000 m	2500 m	3000 m	3500 m	4000 m
Geschwindigkeit m	480	300	282	268	255	243
Erhöhung Grad. .	—	3^{11}	4^{15}	6^{7}	8^{2}	9^{14}
Fallwinkel Grad .	—	5^{0}	7^{0}	9^{5}	11^{13}	14^{10}
Kegelwinkel Grad .	11^{10}	17^{10}	18^{8}	19^{6}	20^{2}	21

Diese Zusammenstellung zeigt, daß in der That die Aufgabe durch ein 7 kg schweres Geschoß mit 480 m Anfangsgeschwindigkeit gelöst wird: auf 2500 m ist der Kegelwinkel $18^1/_2$ Grad; er könnte bei 266 Sprengtheilen (261 Kugeln und 5 Sprengstücken) sogar $20^1/_4$ Grad betragen, ohne daß die Trefferzahl unter die vom Feldschrapnel C/82 zu erwartende sänke. Auf 3000 m ist der Fallwinkel noch um $^9/_{16}°$ kleiner als der halbe Kegelwinkel; erst auf etwa 3200 m wird der Fallwinkel ebenso groß wie der halbe Kegelwinkel.

Nachstehend ist die bei einer Sprengweite von 50 m zu erwartende Wirkung dieses Schrapnels der des Feldschrapnels C/82 und C/91 gegenübergestellt, und zwar sowohl in Bezug auf Treffer wie auch auf getroffene Rotten (Rotte zu 0,5 m Breite) pro

Digitized by Google

Schuß gegen eine 1 m hohe Scheibe. Außerdem ist noch die Wirkungstiefe mit Rücksicht auf die Stoßkraft der Kugeln angegeben.

Zusammenstellung 17.

Entfernung m	Bodenkammerschrapnel			Feldschrapnel C/82			Schrapnel C/91		
	pro Schuß		Wirkungstiefe m	pro Schuß		Wirkungstiefe m	pro Schuß		Wirkungstiefe m
	Treffer	getroffene Rotten		Treffer	getroffene Rotten		Treffer	getroffene Rotten	
2000	21,7	15,1	295	20,7	16,0	344	20,1	16,2	249
2500	20,8	15,9	289	19,3	15,5	325	18,7	16,0	228
3000	19,7	15,1	283	18,0	14,9	301	17,5	14,5	206
3500	19,0	14,9	276	16,8	14,1	279	16,5	13,9	195
4000	18,2	14,4	267				15,6	13,0	178

Aus dieser Zusammenstellung erhellt, daß das 7,0 kg schwere Bodenkammerschrapnel in Bezug auf Wirkung dem Feldschrapnel C/82 mindestens ebenbürtig, dem Feldschrapnel C/91 aber überlegen sein wird. Die Ueberlegenheit des Bodenkammerschrapnels wächst mit Zunahme der Sprengweite: die Zahl der Treffer nimmt zwar im umgekehrten geometrischen Verhältniß der Sprengweite ab; aber die Zahl der getroffenen Rotten sinkt beim Bodenkammerschrapnel langsamer. So z. B. liefert auf 2500 m bei 100 m Sprengweite das Bodenkammerschrapnel 9,6, das Feldschrapnel C/82 9,0, das Schrapnel C/91 dagegen nur 8,9 getroffene Rotten pro Schuß. Je größer die Sprengweiten werden, um so größer wird besonders auf den größeren Entfernungen die Ueberlegenheit des Bodenkammerschrapnels, da hier die gestrecktere Flugbahn und größere Geschwindigkeit der Kugel zur Geltung kommen.

Digitized by Google

Auf den kleinen Entfernungen steht das Bodenkammerschrapnel den beiden Feldschrapnels bei kleinen Sprengweiten in Bezug auf die pro Schuß getroffene Rottenzahl zwar nach, hat aber bei größeren Sprengweiten die unbedingte Ueberlegenheit. Auf 1000 m ergiebt z. B. bei 50 m Sprengweite das Bodenkammerschrapnel (Kegelwinkel $15^2/_{16}°$) 26,5 Treffer, aber nur 16,9 getroffene Rotten, während das Schrapnel C/91 unter denselben Verhältnissen zwar nur 24,0 Treffer, aber 17,1 getroffene Rotten liefert. Als Ziel ist stets die 1 m hohe, in Rotten zu 0,5 m Breite getheilte Scheibe gedacht. Jedoch schon bei 100 m Sprengweite ist diese Ueberlegenheit verschwunden; denn das Bodenkammerschrapnel verspricht 11,8, das Schrapnel C/91 nur 11,1 getroffene Rotten pro Schuß.*)

In Bezug auf die Stoßkraft der Kugeln ist das Feldschrapnel C/82 dem Bodenkammerschrapnel immer noch um ein Geringes überlegen; auf den größeren Entfernungen stehen sich beide aber doch schon sehr nahe.

Bei praktischen Versuchen erhält man oft erheblich mehr Treffer, als nach der hier entwickelten Theorie zu erwarten gewesen wären. Der Grund liegt darin, daß hier nur solche Treffer berücksichtigt werden, welche direkt, d. h. ohne vorher aufzuschlagen, treffen, da nur diese unbedingt ausreichende Stoßkraft besitzen. Immerhin ist zu erwähnen, daß die kleineren Einfallwinkel des Bodenkammerschrapnels das Abprallen der Kugeln sehr begünstigen.

Das Endergebniß unserer Untersuchung ist, daß, selbst wenn das Bodenkammerschrapnel mit 7 kg Gewicht dem Feldschrapnel C/82 bezw. C/91 nicht überlegen wäre, es dennoch den großen Vorzug hätte, sich erheblich besser zu verwerthen. Bezogen auf die Gewichtseinheit, würde z. B. das Bodenkammerschrapnel sich auf 3000 m um 6 pCt. höher verwerthen, d. h. mehr Treffer geben als Schrapnel C/91 und etwa 16 pCt. mehr als das C/82.

---

*) Wenn irgendwo, so ist beim Vergleich der Wirkung verschiedener Geschütze unbedingt Einzelaufnahme der Schüsse geboten. Wird dies außer Acht gelassen, so erhält man das genau entgegengesetzte Resultat. Die Folgerung, die aus solchen Ergebnissen gezogen würde, wäre, daß unter allen Umständen das Geschoß mit weiter Kegelöffnung den Vorzug verdient (vergl. § 6 S. 417 Absatz).

Digitized by

Da jedoch eine kleine Ueberlegenheit der Wirkung vorhanden ist, so stellt sich diese Verwerthung um etwa 20 bezw. 26 pCt. höher.

Die wichtigste Frage ist aber, wie hoch sich das Gewicht des Geschützes stellen wird. Je nach den Ansichten, die man über die Leistungsfähigkeit der Technik hat, und je nach den Ansprüchen, die man an die Haltbarkeit des Materials stellt, kann man diese Frage sehr verschieden beantworten. Die dem Geschütz abverlangte Arbeitsleistung beträgt 82,3 mt. Eine Arbeit von 200 mkg auf 1 kg Rohrgewicht ist unter den modernen Verhältnissen niedrig zu nennen; bei dieser Leistung müßte das Rohr 411,5 kg wiegen. Das Sotomayorsche Geschütz C/91 (vergl. Militär-Wochenblatt Nr. 37/94) leistet 275 mkg auf 1 kg Rohrgewicht, das würde ein Rohr von 300 kg Gewicht ergeben. Hält man mit dem französischen Artilleriekapitän Moch eine Arbeit von 350 mkg oder mit General Wille eine solche von 530 mkg von der Einheit des Rohrgewichts für möglich, so stellt sich das Rohr auf 236 oder gar nur 156 kg.

Je leichter das Rohr, um so größer wird dessen Rückstoß auf die Laffete, und um so schwerer muß diese gemacht werden, um genügend widerstandsfähig zu sein. Ich werde deshalb von einem Rohrgewicht von 415 kg ausgehen.

Bei diesem Rohrgewicht und unter der Voraussetzung, daß 0,6 kg Würfelpulver für die geforderte Arbeit nöthig sind, stellt sich der Rückstoß des Rohres auf 1506 mkg, d. h. um etwa 12 pCt. niedriger als der des Rohres C/73/88, wenn dies mit Schrapnels C/82 und grobkörnigem Pulver feuert.

Das Gewicht der Laffete, welches nöthig ist, um der Gewalt des Rückstoßes zu widerstehen, wird sehr verschieden geschätzt. Nimmt man an, wie dies bei der Laffete C/73/88 beim Schießen mit Schrapnels C/82 und grobkörnigem Pulver der Fall ist, daß auf 1 kg des Laffetengewichts (ohne Achssitze) 3,24 mkg des Rückstoßes entfallen, so muß die Laffete 465 kg schwer sein. Das Gewicht des abgeprotzten Geschützes würde dann 880 kg betragen. Nimmt man mit Hotchkiß einen Rückstoß von 3,79 mkg pro Kilogramm des Laffetengewichts an, so ergiebt das 380 kg für die leere Laffete und 795 kg für das abgeprotzte Geschütz. Hier ist die Laffete mit einem Sporn versehen, wodurch deren Beanspruchung sehr gesteigert wird. Moch glaubt der Einheit des Laffetengewichts 5,0, General Wille sogar 7,9 mkg Rückstoß-

arbeit zumuthen zu dürfen; danach könnte die Laffete mit 301 bezw. sogar 191 kg Gewicht hergestellt werden, und wir hätten es mit einem abgeprotzten Geschütz von nur 716 bezw. 606 kg zu thun. Jedenfalls, glaube ich, wird es der Technik gelingen, ein durchaus haltbares Geschütz herzustellen, das mit Achssitzen abgeprotzt nicht mehr als 900 kg wiegt.

Das Gewicht der Munition stellt sich, wenn man die Schußzahl des Feldgeschützes C/73 zu Grunde legt und eine Metallkartusche, deren Hülse höchstens 0,8 kg wiegt, voraussetzt, auf 269 kg (gegen 288 des Feldgeschützes C/73 mit Schwarzpulver). Die Protze wird sich, da der Kasten erheblich kleiner als der der eingeführten sein kann, wohl zu einem Gesammtgewicht von 830 kg herstellen lassen. Damit würde sich das Gewicht des bespannten Feldgeschützes auf etwa 1730 kg stellen. Unter dies Gewicht herunterzugehen, hat keinen rechten Zweck, da es mir unmöglich scheint, einen Munitionswagen mit 77 Schuß (Gewicht 647 kg) leichter als etwa 1900 kg herzustellen. Moch rechnet zwar darauf, daß es möglich sein werde, einen Munitionswagen herzustellen, bei dem das Gewicht der fortgeschafften Munition 40 ja 50 pCt. des ganzen Fahrzeugs betragen würde. Unter dieser Voraussetzung freilich könnte der Munitionswagen schon im Gewicht von 1618 oder gar 1294 kg fertig gestellt werden. Aber selbst in diesem Falle würde ich es vorziehen, bei dem Gewicht von 1730 kg zu bleiben und die Schußzahl dementsprechend von 77 auf 80 bezw. 100 zu erhöhen.

Es hat nicht in meiner Absicht gelegen, an dieser Stelle einen bestimmten Vorschlag für ein Zukunftsfeldgeschütz zu machen; mir lag nur daran, zu zeigen, welche Erwägungen bei einer derartigen Arbeit mit Rücksicht auf den Schrapnelschuß anzustellen sind.

Von allen mir bekannten Geschützen steht dem hier skizzirten in den ballistischen und Gewichtsverhältnissen die Kruppsche 8 cm Kanone L/26 am nächsten. Das 7,0 kg schwere Schrapnel hat eine Anfangsgeschwindigkeit von 500 m*); die Arbeitsleistung beträgt mithin 89,2 mt. Das Rohr wiegt nur 410 kg, die leere Laffete 530 kg, das abgeprotzte Geschütz also 940 (vergl. Bericht 83 der Kruppschen Fabrik). Ueber das Gewicht der beladenen Protze können keine Angaben gemacht werden.

---

*) Von mir nach den Erhöhungen geschätzt.

Digitized by Google

Das Sotomayorſche Geſchütz C/91 verfeuert 7,26 kg ſchwere Schrapnels mit 510 m Anfangsgeſchwindigkeit, die Arbeitsleiſtung beträgt 96,2 mt. Das abgeprotzte Geſchütz wiegt 816, das beſpannte Geſchütz nur 1640 kg. Wenngleich über die Haltbarkeit dieſes Geſchützes Zweifel laut geworden ſind, ſo ſteht doch feſt, daß es in der That möglich iſt, ein Feldgeſchütz von mindeſtens der Wirkung unſeres eingeführten Geſchützes, aber von erheblich niedrigerem Gewicht, alſo einer den weitgehendſten Anſprüchen genügenden Beweglichkeit, mit den heutigen Mitteln der Technik zu konſtruiren.

§ 13. Die Ermittelung der Kegelwinkel.

Wie ein rother Faden zieht ſich durch die ganze Studie die Größe des Kegelwinkels, die in der That neben der Zahl der Füllkugeln von größter Bedeutung für die Wirkung des Schrapnelſchuſſes iſt. Dieſelbe durch Verſuche genau zu beſtimmen, iſt daher ſehr wichtig.

Eine durchaus zuverläſſige Meſſung des Kegelwinkels iſt nur auf kleinen Entfernungen möglich, indem man das Geſchoß in einer beſtimmten Entfernung vor einer großen Scheibe zum Krepiren bringt und aus der Ausbreitung der Sprengtheile ſowie der bekannten Entfernung des Sprengpunktes von der Scheibe den Kegelwinkel errechnet. Iſt das Geſetz bekannt, wie ſich der Kegelwinkel mit der Schußweite ändert, ſo iſt die Aufgabe durch dieſen einen Verſuch als gelöſt anzuſehen.

Beträgt z. B. der Durchmeſſer des Kreiſes, innerhalb deſſen alle Sprengtheile liegen, 2,50 m, iſt ferner die Entfernung des Sprengpunktes von der Fangſcheibe 10 m, ſo iſt der halbe Kegelwinkel $\operatorname{arctg} \frac{2{,}50}{20}$ oder $\operatorname{arctg} 0{,}125 = 7^{2}/_{16}$ Grad.

Das Mittel, den Sprengpunkt genau 10 m vor die Fangſcheibe zu legen, beſteht darin, daß man das Geſchoß durch eine 10 m davor aufgeſtellte kleine Scheibe hindurchgehen läßt, wobei es durch den Aufſchlagzünder zum Krepiren gebracht wird.

War im vorſtehenden Beiſpiel die Entfernung der kleinen Scheibe vom Geſchütz genau 200 m, ſo kann man, wenn es ſich um Schrapnels mit Mittelkammer handelt, die Kegelwinkel für alle Entfernungen leicht errechnen, da die die Sprengtheile auseinander treibende Kraft (Umdrehungsgeſchwindigkeit und Spreng-

Digitized by

ladung) für alle Entfernungen unveränderlich ist, die vorwärts treibende Kraft (Geschwindigkeit des Geschosses im Sprengpunkt) sich zwar mit der Entfernung ändert, aber aus der Schußtafel bekannt ist.

Ist z. B. $v_{200} = 407$ m, so ergiebt sich im vorstehenden Beispiel die senkrecht auf die Geschoßachse gerichtete Geschwindigkeit der Sprengtheile c zu $407 \cdot 0{,}125 = 50{,}9$ m.

Ist die Geschoßgeschwindigkeit auf der Entfernung von 2000 m 268 m,*) so errechnet sich daraus der halbe Kegelwinkel als

$$\text{arctg } \frac{50{,}9}{268} = 10^{12}/_{16} \text{ Grad.}$$

Meines Wissens findet aber die Messung meist in der Weise statt, daß man, um den Kegelwinkel für die Entfernung x zu finden, die Ladung so vermindert, daß die Geschoßgeschwindigkeit der um 200 m kleineren Entfernung (v_{x-200}) entspricht und nun, wie eben erwähnt, verfährt. Es ist klar, daß dadurch der Kegelwinkel zu klein ermittelt wird, da die Umdrehungsgeschwindigkeit, die sich während der Geschoßbewegung so gut wie gar nicht ändert, verringert wird. So lange die Umdrehungsgeschwindigkeit im Verhältniß zu der den Sprengtheilen durch die Sprengladung ertheilten Geschwindigkeit gering ist — und dies ist bei Schrapnels mit Mittelkammer der Fall — bleibt der Fehler in mäßigen Grenzen. Im obigen Beispiel würde der halbe Kegelwinkel höchst wahrscheinlich zu $9^{12}/_{16}°$, also 1° (9 pCt.) zu niedrig ermittelt worden sein. (Vergl. § 3 Seite 395 Anmerk.)

Zu ganz falschen Ergebnissen aber muß man gelangen, wenn dies Verfahren auch bei Bodenkammerschrapnels, namentlich bei Geschützen mit starkem Drall, angewendet wird, weil hier die auseinander treibende Ursache wesentlich in der Umdrehung der Geschosse liegt. Gesetzt, man wollte auf diese Weise den Kegelwinkel des im § 12 erwähnten Bodenkammerschrapnels (Gewicht = 7 kg, $v_0 = 480$ m Drall 6°, seitwärts treibende Kraft der Sprengladung 20 m, vorwärts treibende 50 m) errechnen. Auf 2000 m beträgt die Geschoßgeschwindigkeit 300, auf 1800 m 309 m. Feuert man mit der Geschwindigkeit von 309 m, so wird die Um-

*) Die Zahlen sind so gewählt, daß sie dem Schrapnel C/91 entsprechen. Vergl. Schußtafel und § 3 Seite 395.

Digitized by

drehungsgeschwindigkeit $309 \cdot \operatorname{tg} 6° = 32{,}5$ m (anstatt 50,4 m bei $v_0 = 480$ m). Aus dem Zusammenwirken der Umdrehungsgeschwindigkeit und der Sprengladung ergiebt sich als Geschwindigkeit der Sprengtheile senkrecht zur Geschoßachse

$$\sqrt{32{,}5^2 + 20^2} = 38{,}2 \text{ m}.$$

Danach würde sich der halbe Kegelwinkel stellen auf

$$\operatorname{arctg} \frac{38{,}2}{300 + 50} = 6^5/_{16} \text{ Grad}.$$

Wäre aber das Geschoß mit 480 m Geschwindigkeit verfeuert, so müßte auf 2000 m der halbe Kegelwinkel $8^{13}/_{16}$ Grad sein; der Fehler beträgt also $2^8/_{16}$ Grad, d. h. nahezu 40 pCt.

Theoretisch läßt sich die Aufgabe, den Kegelwinkel für alle Entfernungen zu berechnen, lösen, wenn man den Versuch auf zwei Entfernungen ausführt, da man es mit zwei Unbekannten — der seitlichen Geschwindigkeit der Sprengtheile und dem Geschwindigkeitszuwachs in Richtung der Geschoßachse — zu thun hat. Der Uebelstand ist nur der, daß die beiden Entfernungen nicht weit auseinander liegen können, da die Trefffähigkeit des Geschützes schwerlich eine Messung über 1000 m zuläßt. Stellt man den Versuch z. B. auf den Entfernungen 200 und 1000 m, so hat man, wenn x und y die gesuchten Größen, β die halben Kegelwinkel, die Gleichungen

1) $$\frac{x}{v_{200} + y} = \operatorname{tg} \beta_{200}$$

2) $$\frac{x}{v_{1000} + y} = \operatorname{tg} \beta_{1000},$$

woraus sich die Größen x und y errechnen lassen.

Gesetzt, man fände bei dem Versuch auf 200 m die Ausbreitung der Sprengtheile auf der Fangscheibe zu 2,15 m, bei dem auf 1000 m zu 2,63 m, so ist

$$\operatorname{tg} \beta_{200} = \frac{2{,}15}{20} = 0{,}1075$$

$$\operatorname{tg} \beta_{1000} = \frac{2{,}63}{20} = 0{,}1315.$$

Digitized by

Da $v_{200} = 454$ m, $v_{1000} = 364$ m,*) so hat man die Gleichungen

$$\frac{x}{454 + y} = 0{,}1075 \quad (1) \qquad \text{und}$$

$$\frac{x}{364 + y} = 0{,}1315 \quad (2).$$

Hieraus folgt

$$\frac{454 + y}{364 + y} = \frac{1315}{1075} = 1{,}223;$$

mithin

$$y = 40{,}3 \text{ m}$$
$$x = 52{,}8 \text{ m}.$$

Diese Werthe entsprechen zwar nicht genau den von uns angenommenen ($x = 54{,}2$, $y = 50$ m), geben aber durchaus brauchbare Werthe für den Kegelwinkel. Auf 4000 m z. B. ist die Geschoßgeschwindigkeit (vergl. Zusammenstellung 16) 243 m; der Kegelwinkel würde mithin sein

$$2 \cdot \text{arctg} \frac{52{,}8}{283{,}3} = 21^{2}/_{16},$$

während er nach Zusammenstellung 16 21 Grad betrug.

Die Frage ist nur, ob es gelingen wird, die Ausbreitung der Sprengtheile mit der erforderlichen Genauigkeit zu messen. Wir wollen annehmen, daß die Ausbreitung der Sprengtheile auf 200 m zu klein, auf 1000 m zu groß gemessen würde. Wir können uns dann sagen, daß die errechneten Kegelwinkel auf den großen Entfernungen zu groß ausfallen müssen. Es sei also z. B. auf 200 m die Ausbreitung der Sprengtheile statt 2,15 zu 2,0 m, auf 1000 m statt 2,63 zu 2,70 m gemessen worden; dann erhält man

$$y = -107 \text{ m}$$
$$x = \quad 34{,}7 \text{ m}.$$

Die Anwendung der Formel ergiebt den Kegelwinkel zu

$$2 \cdot \text{arctg} \frac{34{,}7}{243 - 107} = 28^{10}.$$

---

*) Es ist das 8,1 cm Bodenkammerschrapnel von 7 kg mit $v_0 = 480$ m angenommen.

Digitized

Der Fehler ist $7^{10}/_{16}$ Grad oder 36 pCt. Daß bei der Messung ein Fehler vorgekommen sein muß, erkennt man sofort an dem negativen Werth von y, da y niemals negativ werden kann. Immerhin giebt diese Methode noch immer bessere Resultate als das Verfahren mit verminderten Ladungen. Hierbei wäre der Kegelwinkel wahrscheinlich zu $12^{14}/_{16}$, also um $8^{2}/_{16}°$ oder 38,7 pCt. zu klein gefunden worden.

Wäre umgekehrt die Ausbreitung der Sprengtheile auf 200 m zu groß, z. B. zu 2,20, auf 1000 m zu klein, etwa zu 250 m, ermittelt worden, so erhält man

$$y = 36{,}5 \text{ und } x = 49 \text{ m}.$$

Von vornherein kann man sagen, daß die Kegelwinkel auf den großen Entfernungen zu klein ausfallen. In der That ergiebt die Anwendung der Formel den Kegelwinkel auf 4000 m zu

$$2 \operatorname{arctg} \frac{49}{279{,}5} = 19^{14}/_{16} \text{ Grad},$$

also um $1^{2}/_{16}$ Grad oder 5,4 pCt. zu klein.

Nur praktische Versuche können entscheiden, ob diese Methode brauchbare Resultate giebt. Ist das nicht der Fall, so bleibt nur übrig, den Kegelwinkel auf mehrere Entfernungen direkt zu messen. Man muß zu dem Zweck gegen breite Scheiben von nicht zu geringer Höhe — etwa 3 m — schießen, die Flugbahn möglichst durch die Mitte der Scheibe und den Sprengpunkt ungefähr 50 m davor legen. Aus den Darstellungen auf Tafeln V und VI geht hervor, daß die Ausbreitung der Sprengtheile sich nicht wesentlich ändert, wenn der Sprengpunkt etwas höher oder tiefer liegt. Bezeichnet a die Ausbreitung der Sprengtheile in der Scheibe, s die Sprengweite, so ist $\frac{a}{2s}$ die Tangente des halben Kegelwinkels. Da a und s nicht so ganz kleine Größen sind, können geringe Meßfehler den Werth nicht völlig verändern. Auf 3000 m würde das 8,1 cm Bodenkammerschrapnel einen Kegelwinkel von etwa $19^{6}/_{16}$ Grad haben; die Ausbreitung der Sprengtheile würde also bei 50 m Sprengweite 17,1 m betragen. Gesetzt, man hätte die Sprengweite zu 48, die Ausbreitung der Sprengtheile zu 18 m gemessen, so würde das einen Kegelwinkel von $21^{10}/_{16}$ ergeben;

wäre umgekehrt die Sprengweite zu 52 m, die Ausbreitung zu 16 gemeſſen, ſo würde der Kegelwinkel nur zu $17^{8}/_{16}$ Grad ermittelt ſein. In beiden Fällen ſind ziemlich große Beobachtungsfehler angenommen, und zwar in einer das Ergebniß ſehr ungünſtig beeinfluſſenden Kombination, und doch beträgt der Fehler höchſtens $1^{14}/_{16}$ Grad oder 10 pCt. Man hat bei dem Verfahren beſonders darauf zu achten, daß möglichſt wenig Kugeln abprallen, da dadurch der Kegelwinkel leicht viel zu groß gemeſſen werden könnte.

Digitized by

Anlage 1.

Zusammenstellung der wichtigsten Angaben über Schrapnels.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Konstruktion		Konstruktionsjahr	Kaliber cm	Geschoßgewicht kg	Material des Eisenkernes	Füllkugeln: Zahl	Füllkugeln: Gewicht g	Füllkugeln: Material	Gesamtgewicht der Füllkugeln kg	Verhältniß des Gewichts der Kugeln zum Geschoß	Querdichte g	Geschoßgewicht als Vielfaches der kaliber-gleichen Kugel	Gewicht der Sprengladung: g	Gewicht der Sprengladung: in pCt. des Geschoßgewichts	Anfangsgeschwindigkeit m
Mittelkammer	Deutschland	1882	8,8	8,15	Eis.	262	13	Bl.	3,41	0,418	132,6	3,23	22,5	2,7	419
		"	7,85	5,6	"	167	13	"	2,14	0,385	116	3,15	19	3,4	452
		1891	8,8	?	Stahl	?	11	H.	?	?	?	?	?	?	442
	Italien . .	1874	8,7	6,7	Eis.	177	16,3	Bl.	2,89	0,43	113	2,78	17	2,5	457
		"	7,5	4,2	"	103	16,3	"	1,68	0,40	95,1	2,72	13	3,1	435
	Schweiz . .	?	8,4	5,6	Schm. Eis.	130	16 — 22	H. Bl.	2,76	0,49	112	2,58	30	5,5	390
Bodenkammer	Oesterreich .	1875	8,7	7,16	Eis.	165	13,1	Bl.	2,16	0,30	120,4	2,97	85	11,9	430
		"	7,5	4,8	"	105	13,1	"	1,37	0,28	108,7	3,08	45	9,3	409
	Rußland . .	1877	10,7	12,5	"	345	11	"	3,76	0,30	142,7	2,88	110	8,8	374
		"	8,7	6,85	"	167	11	H. Bl.	1,83	0,27	119,1	2,93	68	10,6	442
	Italien . .	1881	8,7	7,0	St.	177	13	"	2,29	0,33	117	2,88	80	11,4	448
		"	7,5	4,5	"	109	13	"	1,42	0,30	101	2,89	50	11,1	423

Digitized by Google

Schweiz . .	?	8,4	6,7	St.	185	12,5	Ö. Bl.	2,31	0,34	121	3,09	65	9,7		445
Spanien . .	1880	7,85	6,43	=	231	11,4	=	2,63	0,41	133	3,63	81	12,6		460
	1890	7,85	7,26	=	231	13	=	3,0	0,41	150	4,09	136	18,7		510
Krupp . . .	.	6,0	3,0	=	100	11	=	1,1	0,37	106	3,79	30	10,0		438
	.	8,0	7,0	=	205	13	=	2,66	0,38	139,5	3,73	130	18,6		?
Gruson . . .	.	5,3	2,0	=	.	.	=	0,79	0,40	90,7	3,66	30	15,0		445
	.	7,5	7,0	=	192	13,5	=	2,59	0,37	158	4,53	60	9,0		580
Nord-Amerika.	1889	8,13	6,1	=	170	13,3	=	2,26	0,37	118	3,15	113	18,5		518
	=	9,14	9,07	=	.	.	=	.	.	138	3,24	.	.		474
England . .	Verf.	7,62	6,8	=	252	11	=	2,79	0,41	149	4,19	.	.		472
England . .	.	7,62	5,67	St.	177	13	Ö. Bl.	2,30	0,41	124,5	3,5	21	3,7		524
Frankreich .	1883	9,0	8,68	St.	160 + 77	15	Ö. Bl.	4,43	0,51	136,5	3,25	130	15,1		432
	=	8,0	6,28	=	120 + 42	15	=	2,99	0,47	125	3,35	80	12,4		465
Hotchkiß . .		7,5	6,0	=	231	12	=	3,6	0,60	136	3,88	90	15,0		530
Canet . . .		7,5	6,0	=	177	15	=	3,6	0,60	136	3,88	80	13,3		500

Geschoßkammer — Kopfkammer — Obus à mitraille

Digitized by Google

Anlage 1.

Zusammenstellung der wichtigsten Angaben über Schrapnels.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
						Füllkugeln							Gewicht der Sprengladung		
Konstruktion		Konstruktionsjahr	Kaliber cm	Geschoßgewicht kg	Material des Eisenkernes	Zahl	Gewicht g	Material	Gesamtgewicht der Füllkugeln kg	Verhältniß des Gewichts der Kugeln zum Geschoß	Querdichte g	Geschoßgewicht als Vielfaches der kaliber-gleichen Kugel	g	in pCt. des Geschoßgewichts	Anfangsgeschwindigkeit m
Mittelkammer	Deutschland	1882	8,8	8,15	Eis.	262	13	Bl.	3,41	0,418	132,6	3,23	22,5	2,7	419
		=	7,85	5,6	=	167	13	=	2,14	0,385	116	3,15	19	3,4	452
		1891	8,8	?	Stahl	?	11	H.	?	?	?	?	?	?	442
	Italien . .	1874	8,7	6,7	Eis.	177	16,3	Bl.	2,89	0,43	113	2,78	17	2,5	457
		=	7,5	4,2	=	103	16,3	=	1,68	0,40	95,1	2,72	13	3,1	435
	Schweiz . .	?	8,4	5,6	Schm. Eis.	130	16 — 22	H. Bl.	2,76	0,49	112	2,58	30	5,5	390
Bodenkammer	Oesterreich .	1875	8,7	7,16	Eis.	165	13,1	Bl.	2,16	0,30	120,4	2,97	85	11,9	430
		=	7,5	4,8	=	105	13,1	=	1,37	0,28	108,7	3,08	45	9,3	409
	Rußland . .	1877	10,7	12,5	=	345	11	=	3,76	0,30	142,7	2,88	110	8,8	374
		=	8,7	6,85	=	167	11	H. Bl.	1,83	0,27	119,1	2,93	68	10,6	442
	Italien . .	1881	8,7	7,0	St.	177	13	=	2,29	0,33	117	2,88	80	11,4	448
		=	7,5	4,5	=	109	13	=	1,42	0,30	101	2,89	50	11,1	423

Digitized by Google

| | | |

Anlage 2.

Zusammenstellung der errechneten Kegelwinkel verschiedener Schrapnels.

Entfernung	Schweres Feldschrapnel C/82	Feldschrapnel C/91	Bodenkammerschrapnel für schweres Feldgeschütz (Versuch)	90 mm Obus à mitraille
m	Grad	Grad	Grad	Grad
500	15^{13}	15^{14}	7^{10}	16^{4}
1000	17^{12}	18^{2}	8^{7}	18^{2}
1500	19^{6}	19^{14}	9^{2}	19^{10}
2000	20^{14}	21^{8}	9^{12}	21^{2}
2500	22^{7}	23^{2}	10^{6}	22^{4}
3000	24^{0}	24^{10}	11	23^{4}
3500	25^{10}	26^{1}	11^{11}	24^{4}
4000		27^{8}		
4500		28^{14}		

Anlage 3.

Ausbreitung der Sprengtheile im Verhältniß zur Sprengweite. (Oeffnung des Kegels $2 \operatorname{tg} \beta/_2$, wenn β der Kegelwinkel).

Kegelwinkel Grad		Kegelwinkel Grad		Kegelwinkel Grad		Kegelwinkel Grad	
10½	0,1838	15½	0,2722	20½	0,3617	25½	0,4526
11	0,1926	16	0,2810	21	0,3706	26	0,4618
11½	0,2014	16½	0,2899	21½	0,3797	26½	0,4710
12	0,2102	17	0,2990	22	0,3888	27	0,4802
12½	0,2190	17½	0,3078	22½	0,3978	27½	0,4893
13	0,2278	18	0,3168	23	0,4070	28	0,4986
13½	0,2367	18½	0,3257	23½	0,4160	28½	0,5079
14	0,2456	19	0,3346	24	0,4252	29	0,5172
14½	0,2634	19½	0,3436	24½	0,4342	29½	0,5265
15	0,2554	20	0,3526	25	0,4434	30	0,5358

Digitized by Google

Anlage 4.

Zahl der Treffer, die bei einem Schrapnel von 100 Kugeln auf 1 qm ſenkrechter Treffſläche entfallen, wenn die Ausbreitung der Sprengtheile n Meter beträgt.

n =	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	127,35	31,832	14,148	7,9580	5,0940	3,5369	2,5990	1,9895	1,5722
1	1,2735	1,0527	0,8842	0,7534	0,6496	0,5659	0,4974	0,4406	0,3930	0,3527
2	0,3183	0,2887	0,2632	0,2407	0,2210	0,1999	0,1884	0,1746	0,1624	0,1514
3	0,1415	0,1325	0,1243	0,1170	0,1101	0,1039	0,0982	0,0930	0,0882	0,0836
4	0,0796	0,0757	0,0719	0,0679	0,0658	0,0629	0,0602	0,0576	0,0552	0,0530
5	0,0509	0,0489	0,0471	0,0454	0,0437	0,0421	0,0406	0,0392	0,0378	0,0366
6	0,0354	0,0342	0,0331	0,0321	0,0311	0,0301	0,0292	0,0284	0,0275	0,0267
7	0,0260	0,0253	0,0246	0,0239	0,0232	0,0226	0,0220	0,0214	0,0209	0,0204
8	0,0199	0,0194	0,0189	0,0185	0,0180	0,0176	0,0172	0,0168	0,0164	0,0161
9	0,0157	0,0154	0,0150	0,0147	0,0144	0,0141	0,0138	0,0135	0,0133	0,0130
10	0,0127	0,0125	0,0122	0,0120	0,0117	0,0115	0,0113	0,0111	0,0109	0,0107

Der Eingang der Tabelle iſt wie bei einer Logarithmentabelle. Die erſte ſenkrechte Spalte enthält die Zehner. Um z. B. die Zahl der Treffer bei einer Ausbreitung der Sprengtheile von 6 m zu finden, ſucht man die Zahl in der erſten Reihe (3,5369), um die Trefferzahl bei einer Ausbreitung von 56 zu finden, in der ſechſten Reihe (Eingang 5) (0,0406).

Literatur.

11.

Fortschritt und Rückschritt des Infanteriegewehrs. Von R. Wille, Generalmajor z. D. Berlin 1894. Verlag von R. Eisenschmidt.

Es giebt deren noch, wenn auch nicht Viele mehr, die ihr Gewehrexerziren am französischen Bajonettkarabiner gelernt haben. Freilich — schon vor 50 Jahren waren es nur die Pioniere, für die jenes Beutestück aus den Befreiungskriegen gut genug erschien; selbst die noch mit Feuerschloß versehenen übrigen Handfeuerwaffen hatten doch schon Ladestöcke, die nicht zwischen „Ort" und „Lauf" eine Schwingung von 180 Grad zu machen hatten, und vor Allem — sie hatten konische Zündlöcher, die das besondere „Pulver auf die Pfanne Schütten" entbehrlich machten. „Bataillon soll chargiren — nach Zählen geladen . . Halt!" Zwischen diesem „Halt" und dem endgültigen „Feuer" gab es — abgesehen von dem fleißig eingeschalteten „Hahn in Ruh!" und „Setzt ab!" — noch 13 Kommandos bezw. Griffe bei dem Pioniergewehr! Zu einer Chargirung brauchte man, selbst wenn man sich mit Zielen nicht lange aufhielt, 3/4 Minuten. Der Infanterist brauchte durchschnittlich 0,6 Minuten; die Feuergeschwindigkeit des Bajonettkarabiners war also nur vier Fünftel von derjenigen des Infanteriegewehrs.*) Gute Jäger thaten mit gepflasterten Kugeln bis zu 200 Schritt einen Schuß in zwei Minuten; auf 300 bis 400 Schritt (des schwierigen Zielens wegen) in drei Minuten!

*) Wie es um die Treffsicherheit stand, wenn ein unbemessener unkontrolirbarer Theil der Ladung von dem Manne bei Wind und Wetter offen auf die Pfanne geschüttet worden war — das mag auf sich beruhen.

Digitized by

Solche Reminiszenzen sind interessant, besonders wenn man daneben hält, daß z. B. mit dem schweizerischen Repetirgewehr M/89 erzielt worden ist:

Einzelladung gezielte Schüsse	20	in der Minute.
Mit Magazingebrauch =	30	
Schnellfeuer (mechanische Leistung)	40	

Wir haben mit dem Zündnadelgewehr recht lange, mehr als 20 Jahre, allein gestanden und viel Kopfschütteln oder gar Spott und Hohn erfahren; jetzt giebt es Niemand mehr, der das Prinzip nicht angenommen hätte.

Der nächste große Umschwung bestand in dem Magazinprinzip. Dessen Periode eröffnete Frankreich mit „Modell 1886", das keinen besonderen Namen trägt, da es mehrere Väter hat (Bonnet, Clause, Vieille, Lebel). Auch dieses Prinzip, wenn auch noch nicht überall eingeführt, ist doch allgemein anerkannt.

Die Hauptfrage, die noch nicht endgültig abgeschlossen ist, betrifft das Kaliber.

Vor 50 Jahren, ja noch vor 30 Jahren, betrug der Seelendurchmesser des Infanteriegewehres 0,71 Zoll = 18,57 mm; der Kugeldurchmesser 16,72 mm. Im deutsch-französischen Kriege standen einander gegenüber: das Zündnadelgewehr M/41 mit dem Laufkaliber 15,43 mm und „Fusil modèle" von 1866 (Chassepot) mit dem Laufkaliber 11 mm. Am weitesten in der Kaliberherabsetzung ist zur Zeit die nordamerikanische Marinebehörde gegangen, nämlich auf 6 mm.

Mit dieser Mittheilung beginnt die Willesche Schrift, auf die durch diese Zeilen aufmerksam gemacht werden soll. Als vortrefflich orientirt in der Gewehrfrage und der umfangreichen Literatur, die dieselbe bereits hervorgerufen hat, haben unseren Autor seine vorangegangenen Schriften bestens legitimirt: (in demselben Verlage erschienen) „Wolframgeschosse" 1890 und „Das kleinste Gewehrkaliber" 1893.

Seine Belesenheit, und daß er sich durch fortgesetzte Lektüre auf dem Laufenden erhält, zeigt seine neueste Schrift in ihren zahlreichen Quellennachweisen.

Wer möchte nicht gern seinerseits Bescheid wissen in der Gewehrfrage! Aber wie Wenige sind in der Lage, alle deutschen und fremden militärischen Zeitschriften zu Gesicht zu bekommen

Digitized by

und zu durchstöbern, oder haben auch nur Zeit, Alles zu lesen, falls es ihnen auch zugänglich wäre! Allen denen hilft die Willesche neue Gewehrschrift bestens. Dieselbe ist nicht nur lehrreich, sie ist auch unterhaltend. General Wille ist in der vorliegenden Frage ein Fortschrittsmann. Das beweist er, indem er für das Wolframmetall als Geschoßmaterial eintritt und indem er der Reduktion des Kalibers bis zu fünf Millimeter das Wort redet. Er hat demzufolge manchen Angriff erfahren (wie ihm ja Gleiches auch in seinem Spezialfache und seinem „Feldgeschütz der Zukunft" begegnet ist); aber er bietet seinen Angreifern tapfer die Stirn; seine Feder läßt ihn dabei nicht im Stiche. Wir wollen nur auf einige bezügliche Belegstellen hinweisen: Im Vorwort der Ausfall gegen die „Bremser von Beruf, die gewerbsmäßigen Rückschrittler" 2c.; Seite 26 bis 29, wo diejenigen ad absurdum geführt werden, die mit Kleingewehrfeuer indirekten Schuß ausüben, den Feind hinter Deckungen treffen wollen; Seite 210 die Abwehr eines Angriffs in der Revue du cercle militaire 2c.

Das, wie eingangs erwähnt, für die nordamerikanische Marine-Infanterie angenommene 6 mm Gewehr ist eine Konsequenz des ein Jahr zuvor für das Landheer angenommenen von 7,65 mm. Letztere Zahl dürfte General Wille (wie aus den Gänsefüßen zu schließen, in die der bezügliche Satz eingeschlossen ist) seiner angeführten Quelle — Allgemeine Milit.-Zeitung Nr. 2 von 1894, Seite 14 — entnommen haben; nebst dem Zusatze „verbessertes System Krag-Jörgensen". Es ist nicht ganz deutlich, worauf sich das „verbessert" bezieht. Ist es in Amerika verbessert? oder haben es die norwegischen Konstrukteure selbst verbessert? Letzteres ist das Richtige. Inzwischen ist ein offizielles Dokument erschienen, das noch nicht hergestellt, jedenfalls in Deutschland noch nicht bekannt war, als General Wille im April d. J. seine in Rede stehende neueste Schrift abschloß: Le fusil Krag-Jörgensen modèle 1893. Christiania, Druckerei von Steen, 1894. Hiernach ist das System in seiner ältesten Gestalt und mit dem Kaliber von 8 mm 1889 in Dänemark angenommen worden; die letzte Ausgestaltung (dernier type) für 7,5 mm (nicht 7,65) 1893 von den Vereinigten Staaten; auf 6,5 mm herabgesetzt 1894 für Norwegen selbst. Nur dieses Kaliber ist in der

Digitized by

offiziellen Denkschrift behandelt; mit dessen Herstellung ist augenblicklich die Gewehrfabrik in Kongsberg (deren Direktor Oberstlieutenant Ole Krag und deren Hauptmechaniker E. Jörgensen ist) beschäftigt.

Die nordamerikanische Regierung hat das Patent gekauft, also die Berechtigung erworben, das System anzuwenden; die Herstellung der Gewehre besorgt die eigene Fabrik in Springfield (Massachusetts). Mit der Reduktion auf 6 mm (genauer 0,234 Zoll englisch = 0,5944 mm) haben die Kongsberger nichts zu thun gehabt.

Außer den Zeitschriftennotizen über die neueste Entwickelung, die General Wille in seiner Schrift citirt und verwerthet (außer Seite 1 u. ff. Nachtrag Seite 215) ist in Deutschland über das System Krag-Jörgensen wenig veröffentlicht. Die erste Nachricht (über Krag-Jörgensen 1889), haben die Wiener „Mittheilungen" (Mit AG) nach einer schwedischen und einer dänischen Quelle im Juliheft 1890 gebracht. Hieraus geschöpft hat dann Oberst Schmidt (der schweizer Gewehrkonstrukteur) in „Neue Folge von 1891" seines klassischen Werkes „Allgemeine Waffenkunde für Infanterie" (1888).

Zur allgemeinen Kennzeichnung des Systems Krag-Jörgensen sagt Oberst Schmidt: „Dasselbe hat Cylinder- (oder Bolzen-) Verschluß mit zwei Doppelgriffen zum Oeffnen und Schließen." Es sind die bekannten Doppelgriffe: das abgeschossene Gewehr mittelst Linksdrehen und Zurückziehen der Kammer geöffnet; nach Einführung der Patrone Schluß durch Vorschieben und Rechtsdrehen. Das schießgerechte Einführen der Patrone erfolgt automatisch, wenn das Magazin eingeschaltet ist, oder aus freier Hand durch den Schützen, wenn das Magazin ausgeschaltet ist und das Gewehr als Einzellader (Fusil à coup par coup) gebraucht werden soll. Oberst Schmidt schildert weiter: „Kastenmagazin für 5 Patronen unter dem Verschluß, dessen Beschaffenheit eine besondere Eigenartigkeit des Repetirsystems bildet." Nach den Regeln der deutschen Syntax ist man geneigt oder eigentlich genöthigt, das „dessen" auf das nächste Subjekt, den Verschluß zu beziehen; es kann jedoch wohl nur das Magazin gemeint sein; jedenfalls kommt diesem die größere Eigenart zu. Die fünf Patronen liegen, selbstverständlich seelenachsen-parallel, aber nicht wie bei anderen Ge-

Digitized by

wehren (unserem zum Beispiel) unter-, sondern nebeneinander und zwar so, daß bei horizontal gehaltenem Gewehre drei Patronen in einer Horizontalebene liegen, die vierte etwas höher, die fünfte noch höher, neben der Uebergangsöffnung in den Laderaum, in den überzutreten sie durch die entsprechend angebrachte Zubringerfeder gedrängt wird, welchem Antriebe sie nur nicht folgen kann, solange das Magazin abgesperrt ist (die Kongsberger Denkschrift gebraucht die Bezeichnung targette de l'arrêtoir). Ist jedoch die Sperre aufgehoben, so vollzieht sich ohne weiteres Zuthun des Schützen zwischen den bekannten beiden von ihm ausgeführten Doppelgriffen des Kammer-Oeffnens und -Schließens die richtige Einführung einer Patrone nach der anderen.

Das Magazin ist mit einer einfach und zweckmäßig ausgerüsteten „Thür" versehen, die es ermöglicht, das Magazin ganz, bezw. das theilweise entleerte nachzufüllen. Einzelne Patronen kann der Schütze natürlich nur aus freier Hand in das Magazin bringen; für einen ganzen Satz von fünf ist ein „Lader" (chargeur; bei uns „Patronenrahmen") bestimmt, eine „Blechschachtel", die in zwei Formen: mit vollen Wänden oder — der Gewichtsverminderung wegen — mit durchlochten Wänden verwendet wird.

Die äußerlich sichtbare Stellung des Griffs der Magazinsperre giebt nicht nur dem Schützen selbst, sondern auch dem Feuerleitenden in jedem Augenblick und über jedes Gewehr Auskunft, ob mit oder ohne Gebrauch des Magazins gefeuert wird, was selbstredend der Feuerdisziplin zu Gute kommt. Der Schütze würde sich straffällig machen, wenn er, trotzdem „Einzelladen" kommandirt worden, das Magazin angeschlossen ließe, und ein Blick auf das Gewehr verräth diese seine Kontravention.

Die amerikanische Gewehrprüfungs-Kommission war von Mitte Dezember 1890 bis Ende Mai 1893 thätig. Der Prüfung unterzogen wurden außer mehreren — vorzugsweise amerikanischen — nur erst in Probeexemplaren ausgeführten Systemen, deren elf bereits in der einen oder der anderen Armee eingeführte. Die Proben waren sehr streng; nach amerikanischen Berichten (z. B. dem vom Schriftführer der Kommission, einem Artilleriekapitän, in der Zeitschrift Harpers Weekly vom 1. Juli 1893 veröffentlichten) hat das System Krag-Jörgensen sich als allen anderen eminent überlegen erwiesen.

Digitized

Bei ſeinen erſten Angaben über das 6 mm Gewehr bedauert General Wille (Fußnote auf Seite 2), daß nicht erſichtlich ſei, ob die „Anfangsgeſchwindigkeit“ (732 m) die an der Mündung ſelbſt oder vielleicht die 25 m vor der Mündung gemeſſene ſei. Er hält auf Grund des Vergleichs mit dem 6,5-Mannlicher Letzteres für wahrſcheinlich. Im Nachtrage (Seite 215) findet ſich nun die beſtimmte, aber mit der erſten nicht recht vereinbare Angabe: 748 m in 18,3 m vor der Mündung. „18,3 m“ iſt unverkennbar nur die der Allgemeinverſtändlichkeit zu Liebe ausgeführte Metriſirung; das Originalmaß wird 20 Yards = 60 Fuß engliſch ſein. In der Kongsberger Denkſchrift heißt es ausdrücklich: 25 m vor der Mündung ſei die Geſchwindigkeit (des 6,5 mm!) 700 m.

Die Denkſchrift nimmt keine Notiz von der amerikaniſchen Reduktion auf 6 mm. Das iſt nicht aus Unkenntniß geſchehen, ſondern iſt eine indirekte Ablehnung. Krag und Jörgenſen haben nach ihrem Syſtem ſogar ein 5 mm Gewehr zur Probe hergeſtellt, ſind aber mit deſſen Leiſtungen durchaus nicht zufrieden geweſen; ſie halten 6,5 mm für das geeignetſte Minimalkaliber.

Dieſe Thatſache (ſie iſt Antwort auf eine ausdrückliche Anfrage!) wird allerdings Herrn General Wille nicht umſtimmen; er wird nichts ändern an dem, was er (S. 5) geſchrieben hat:

„Schon jetzt ſind nicht wenige Vorkämpfer des vernünftigen und naturgemäßen Fortſchritts, deren Namen ſich größtentheils eines guten Klanges auf dem Gebiete der Waffentechnik und Balliſtik erfreuen, mit einer Fülle logiſcher und ſachlicher Gründe dafür eingetreten, die Laufweite des künftigen Gewehrs auf fünf Millimeter herabzuſetzen; doch auch die Gegner jeder weiteren Verringerung des Kalibers haben inzwiſchen die Hände nicht müßig in den Schoß gelegt.“

Hieran ſchließt ſich nun eine ſehr gründliche, umfaſſende Diskuſſion des Für und Wider. Die Abſchnitte: Balliſtiſches; Verwundungen; Hauptmann Weigners Ideen; der chileniſche Wettbewerb; der ſpaniſche Mehrlader M/93 — bringen eine Fülle von Beobachtungsergebniſſen, fremden und eigenen Folgerungen und Urtheilen in lichtvoller Darſtellung.

Digitized by

Ein zweiter Hauptabschnitt der Willeschen Schrift (VII, Seite 93 u. ff.) ist überschrieben: „Hohlgeschosse". An dieser Benennung könnte man Anstoß nehmen; sie gilt von Alters her für gleichbedeutend mit Spreng- oder Explosivgeschoß, deren sich bei den Handfeuerwaffen zu bedienen bekanntlich laut Uebereinkunft der Kulturstaaten als zu barbarisch verpönt ist. In diesem althergebrachten, landläufigen Sinne ist das Wort hier ja auch nicht verstanden. Es ist aber auch nicht recht zutreffend in materiellem oder genauer in mathematischem Sinne, denn bei dem „Hohlkörper" ist der Hohlraum die Hauptsache, und materiell ist nur die denselben abgrenzende Wand. Im vorliegenden Falle ist aber der Körper die Hauptsache; das übliche, an Stelle der früheren Kugel getretene, bolzenartige Geschoß ist massiv, aber mit einer axialen cylindrischen Durchbohrung versehen. Allerdings mußte man sich für die besondere Form nach einem besonderen Namen umsehen, der natürlich möglichst kurz sein sollte, aber damit ist es doch noch nicht gerechtfertigt, eine alte Benennung auf einen neuen Gegenstand anzuwenden.

Wie man in der Baukunst, seitdem das Metall dem Holz Konkurrenz macht, die unterscheidenden Bezeichnungen „Vollpfahl" und „Röhrenpfahl" anwendet, könnte man in der Waffenlehre „Vollgeschoß" und „Röhrengeschoß" unterscheiden. Einen verwandten Gedanken scheint auch General Wille gehabt zu haben, denn nachdem er (Seite 112) sich anschickt, „über die Theorie des Hohlgeschosses" seine Meinung zu sagen, erklärt er am Schlusse, daß er sich bei zweckmäßiger Anordnung aller seiner Theile einen gewissen — vielleicht nicht unbedeutenden — ballistischen Gewinn vom „röhrenförmigen Geschoß" verspricht.

Der Röhrenpfahl gegenüber dem Vollpfahl bietet (abgesehen von der Materialersparniß) den Vortheil des leichteren Eindringens — sei es durch Rammen oder durch Einschrauben — in das Medium, in den Erdboden; analog verspricht man sich vom Röhrengeschoß ein leichteres Durchdringen der Luft, das ja auch in der Form des Schraubens erfolgt; dem zufolge größere Schußweite, bezw. bei gleicher Schußweite geringere Geschwindigkeitseinbuße durch den Luftwiderstand.

General Wille gesteht zu, daß „von einer Praxis vorläufig keine Rede" sei; aber das Problem des axial durchlochten

oder des Röhrengeſchoſſes erſcheint ihm nicht unlösbar. Auch hier hat er das bereits vorhandene Material, theoretiſches wie experimentelles, umſichtig und fleißig zuſammengetragen; zwei bekannte Perſönlichkeiten: Profeſſor Hebler und der Techniker Krnka, ſowie ein bulgariſcher Hauptmann Naïdenoff haben das Meiſte geliefert. Im L'avenir militaire vom 11. Auguſt 1893 wird wieder einmal franzöſiſcherſeits eine Priorität in Anſpruch genommen. Das betreffende Gebilde iſt dort „balle-tube“ genannt, alſo ſo ſprachgemäß wie möglich überſetzt „Röhrengeſchoß“.

Von dem eben beſprochenen Problem der äußeren Balliſtik wendet ſich General Wille zu einem der inneren (VIII. S. 117 „Margapatronen“). Wenn die Umwandlung des Treibmittels in Gas vollendet iſt, während ſich das Geſchoß noch innerhalb des Laufes befindet, ſo wirkt nothwendig die Reibung in der noch zu paſſirenden Laufſtrecke bremſend, und der Gasdruck, unter dem das Geſchoß den Lauf verläßt, iſt nicht mehr der maximale. Umgekehrt, wenn das Geſchoß an der Mündung angelangt iſt, bevor die ganze Ladung in Gas verwandelt iſt, wird ein Antheil der Triebkraft hinter dem Geſchoß her nutzlos in die Luft ausblaſen. Das Ideal der inneren Balliſtik wäre nur dann erreicht, wenn die Zeitdauer der Gasentwickelung genau gleich wäre derjenigen des Geſchoßweges innerhalb des Laufs. Ideale werden bekanntlich überhaupt nicht erreicht; aber man ſtrebt ſie an. Für den vorliegenden Fall hat das der belgiſche Hauptmann Marga gethan. Seine Methode beſteht in der Hauptſache darin, daß er die Ladung nicht, wie üblich, in eine einfache Metallhülſe ſchließt, ſondern dieſelbe auf zwei konzentriſch ineinander geſteckte cylindriſche Hülſen vertheilt, ſo daß eine Kern- und eine Mantelladung gebildet wird. Die Detonation der Zündpille wirkt nur auf erſtere, und damit kommt das Geſchoß in Bewegung; dann überträgt ſich die Entzündung auf das Ummantelungspulver und ertheilt dem Geſchoſſe den neuen Impuls. Die ideale Forderung iſt: der Gasdruck ſoll unverändert bleiben vom Augenblicke ſeines Entſtehens bis zum Austritt des Geſchoſſes. Statt des verlangten

Digitized by

ſtetigen Schiebens verurſacht die Margapatrone zwei zeitlich getrennte Stöße; ſie löſt alſo das Problem wohl kaum ganz befriedigend; beachtenswerth iſt ſie immerhin.

Im folgenden Abſchnitte (IX, Seite 125 bis 146) behandelt General Wille die „Selbſtſpanner". Wie eingehend dies geſchieht, iſt ſchon daraus zu entnehmen, daß dieſem Thema 20 Seiten (nebſt 4 Folioblättern Zeichnungen) gewidmet ſind.

Der durch das Feuergeben erzeugte Gasdruck wirkt gleichmäßig nach allen Richtungen, aber alle nicht in der Richtung der Seelenachſe fallenden Drucke heben ſich paarweiſe auf und ſind wirkungslos (da ſelbſtredend die Metallſtärke des einſchließenden Gefäßes deſſen Zerſpringen verhütet). Der in der Richtung der Seelenachſe nach vorn wirkende Gasdruck thut, was er ſoll; er treibt das Geſchoß aus dem Rohre; der in derſelben Richtung nach rückwärts wirkende Gasdruck iſt ein nothwendiges Uebel; beim Geſchütz in Räderlaffete entſteht der Rücklauf (und das Wieder-Vorbringen und -Richten iſt ein unangenehmer Zeitverluſt und Kraftaufwand); bei der Handfeuerwaffe entſteht der Rückſtoß, den der Schütze — nicht zu ſeinem Vergnügen — mit ſeinen Muskeln und Knochen auffangen muß. Es war ein ſinnreicher Gedanke (er iſt ſo alt wie die Panzerfortifikation, alſo rund 30 Jahre), dem rückwirkenden Gasdruck einen Maſchinentheil darzubieten, an deſſen Zuſammenpreſſen er ſich ſozuſagen austoben konnte. In dem Augenblicke, wo das Geſchoß den Lauf verläßt, hört der Gasdruck auf, und ſofort tritt die Reaktion ein: der zuſammengepreßte Maſchinentheil dehnt ſich wieder aus. Er war alſo ein Kraftſammler, und die geſammelte Kraft erzeugt nun Bewegung, entgegengeſetzt der Richtung, in der zuvor Rücklauf bezw. Rückſtoß gewirkt hatte.

Daſſelbe mechaniſche Prinzip, das den Geſchützlaffeten mit Rücklaufhemmung durch Feder- oder hydrauliſche Bremſen zu Grunde lag — auf die Handfeuerwaffe angewendet — ergiebt den „Selbſtſpanner".

Bei der Laffete war die Rücklaufhemmung die Hauptſache und das automatiſche Wieder-Vorbringen in die Feuerſtellung die

Digitized by

(allerdings sehr willkommene) Folge- und Nebenleistung; bei dem Selbstspanner dagegen ist die (allerdings willkommene) Rückstoßmilderung die Nebenleistung, die Hauptsache aber die Bewegung infolge der durch den Rückstoß angesammelten Kraft. Der Selbstspanner ist eine Konsequenz, eine Weiterentwickelung und Vervollkommnung des Magazingewehres. So lange die Magazinfüllung vorhält, hat der Schütze nur zu zielen und abzudrücken; was sonst zwischen zwei Schüssen zu geschehen hat: das Zurechtlegen einer neuen Patrone und das Spannen der Schlagbolzenfeder besorgt automatisch das Gewehr allein. Nur das Magazin von Neuem zu füllen, wenn sein Inhalt konsumirt ist, liegt dem Schützen noch ob.

Allerdings wird mit der Selbstspannervorrichtung das Magazingewehr noch schneller schießen als bisher, vielleicht drei- bis viermal so schnell, und dieses Uebermaß von Leistungsfähigkeit nebst den mancherlei damit verbundenen Gefahren liefert den Haupteinwand der Bedächtigen und Bedenklichen wider die Selbstspanner; aber mit Recht hebt General Wille (in Uebereinstimmung mit Weigner) hervor, daß nicht in der Feuergeschwindigkeitssteigerung das Fortschrittliche des Selbstspanners zu suchen sei, sondern in der Entlastung des Schützen von mechanischer Thätigkeit, die sowohl seine physische Kraft als auch seine geistige Thätigkeit in Anspruch nimmt.

Am Schlusse des Selbstspanner-Kapitels sagt General Wille:

„Mögen die Selbstspanner als Kriegswaffen eine Zukunft haben oder nicht — der Gedanke, welcher ihnen zu Grunde liegt, ist jedenfalls großartig und bewunderswürdig."

Der folgende Abschnitt (X, S. 146) ist „Wolfram" überschrieben. Der einzige Einwand, der gegen die Verwendbarkeit dieses Geschoßmaterials hat erhoben werden können: Seltenheit des Vorkommens und demgemäß hoher Preis — wird zunächst durch die Behauptung parirt: „Wolframerze können in solchen Mengen gefördert werden, daß sich ein sehr beträchtlicher Bedarf an Geschoßmetall vollauf decken läßt." Darauf folgt eine Zusammen-

Digitized by

stellung der Fundorte. Zur Zeit kann das Metall zum Preise von 2 Mark das Kilogramm geliefert werden; es steht zu erwarten, daß ernstliche Nachfrage und Massenbedarf den Wettbewerb erwecken, die Fabrikation vervollkommnen und den Preis erniedrigen wird.

Im Abschnitt (XI, S. 153) „Zielen und Treffen" finden sich unter Anderem Angaben über ein kürzlich von einem Angehörigen der Gewehrprüfungs-Kommission, Lieutenant Frhr. v. Beaulieu-Marconnay konstruirten, für Infanterie bestimmten Entfernungsmesser (deutsches Patent Nr. 71739 vom 6. November 1893) und ein Zeitfernrohr.

Für jetzt fehlt es uns leider an Raum, auf diese beiden Konstruktionen näher einzugehen; wir kommen wohl gelegentlich darauf zurück.

Der letzte Abschnitt (XI, S. 165 bis 216) behandelt „Verschiedenes". Zunächst das russische Dreiliniengewehr M/91. Im Text ist die Laufweite = 7,62 mm angegeben; in einer Fußnote nach zwei anderen Quellen zu 7,63, ja zu 7,626. Beide Angaben sind unbedingt irrig. Drei Linien russisch sind $\frac{1}{40}$ Fuß (russisch = englisch) d. h. = $\frac{304{,}79}{40}$ = 7,61975 mm; General Willes Angabe von 7,62 mm ist also ganz korrekt.

Sehr anregend geschrieben und lesenswerth ist der Abschnitt XII, 6, S. 190 bis 210: „Patronen in den Taschen".

Daraus entnehmen wir einige Worte, die gewissermaßen in nuce das Glaubensbekenntniß des General Wille bezüglich des Infanteriegewehrs darstellen, womit dann wohl zweckmäßig die Besprechung seiner neuesten bezüglichen Schrift zum Schluß gelangen mag:

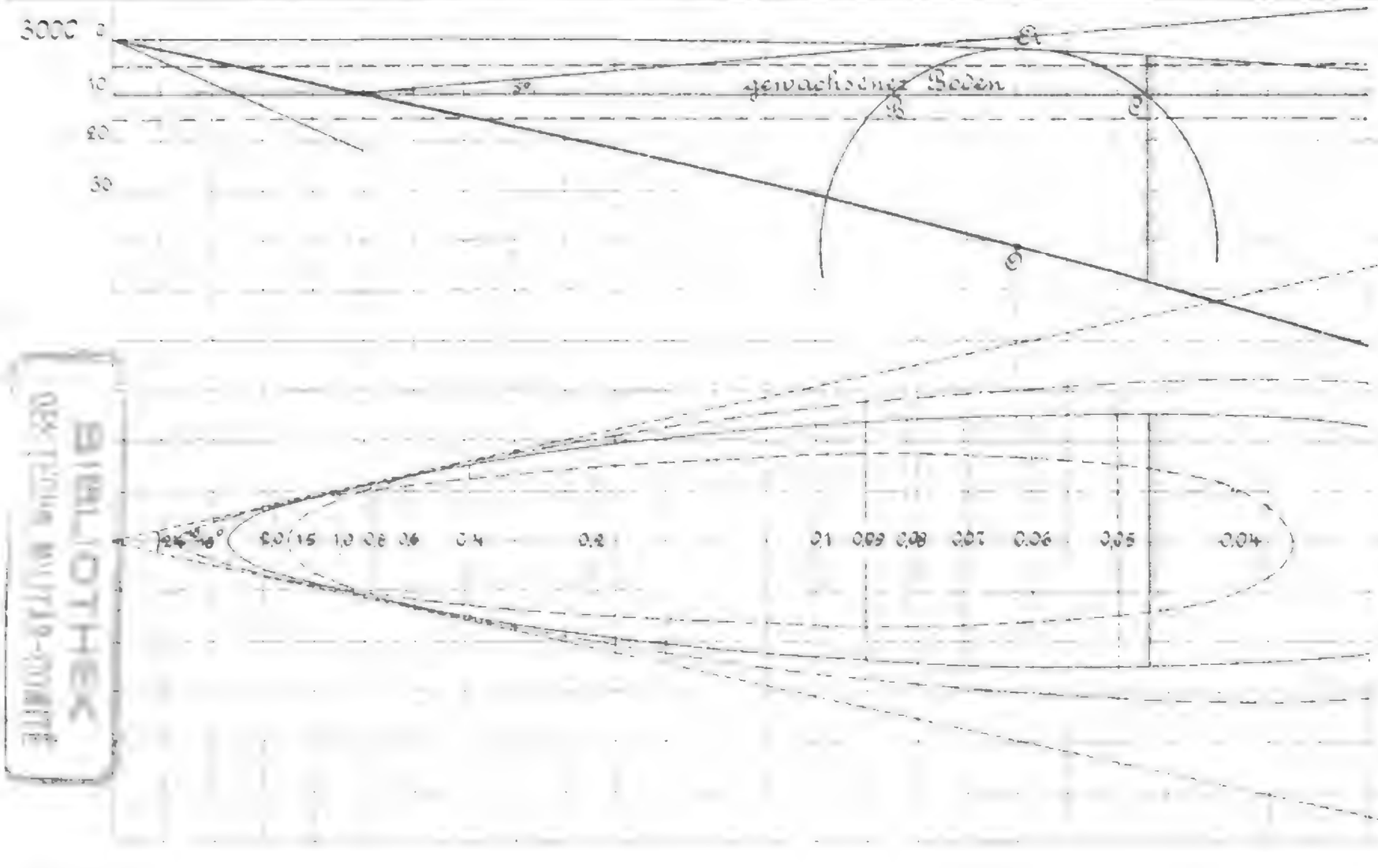
„Um den Anstrengungen des Marsches und Gefechts dauernd gewachsen zu sein, darf der Infanterist höchstens mit 26 kg belastet werden." „Nach sorgfältiger Abwägung . . . blieben für den Schießbedarf nicht mehr als 3,7 kg verfügbar." „Sobald

Digitized by Google

wir — sei es durch Herabsetzung der Laufweite, sei es durch Herstellung der Hülsen aus einem weniger dichten Werkstoff oder auch auf beiden Wegen zugleich — das Einzelgewicht der Patrone genügend vermindern können, dann soll der Mann nicht nur seine 150 Patronen wieder-, sondern noch so viel mehr bekommen, daß das Gesammtgewicht des Schießbedarfs in den Taschen 3,7 kg beträgt." „Es empfiehlt sich in jeder Hinsicht als Richtschnur: Kleine Laufweite und so viel Patronen in den Taschen, wie mit der zulässigen Belastung des Mannes irgend verträglich sind."

G. S.

Digitized by Google



Erläuterungen:

1. Die Zahlen in den Grundrissen geben die auf 1 qm senkrechter Zielfläche entfallenden Treffer an.
2. Entfernung, auf welche die Geschwindigkeit der Schrapnelkugeln 120 m beträgt.
3. Maaßstab 1:2000. Eine Seite des Quadrats = 10 m.
4. Grundriß bei schußtafelmäßiger / ½ " / 1½ " Sprenghöhe

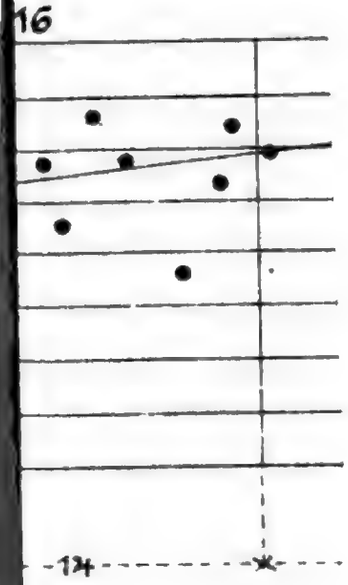
Lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller in Berlin S.

BIBLIOTHEK
DER TÜBINGER UNIVERSITÄT
Digitized by Google

[illegible]

2/91 auf 21

g.



zw. senkrechten

Digitized by Google

XIX.

Studie über den Schrapnelschuß der Feldartillerie

von

H. Rohne,
Generalmajor und Kommandeur der 8. Feldartillerie-Brigade.

Nachtrag zu dem Artikel XVIII.

Die vorstehende Arbeit war bereits fertig im Druck, als der dritte Theil des mehrfach angezogenen Werkes: „Die Entwickelung der Feldartillerie" von Generallieutenant Müller erschien, welcher die „Wirkung der Feldgeschütze von 1815 bis 1892" behandelt. Dieses Buch bringt eine sehr reiche Zusammenstellung von mit Schrapnels angestellten Versuchen. Betrifft auch von sämmtlichen mitgetheilten Ergebnissen kein einziges die deutschen Feldgeschütze, und sind dieselben daher auch nicht unmittelbar zur Prüfung der vorstehend entwickelten Ansichten und errechneten Zahlen geeignet, so läßt sich doch an ihrer Hand nachweisen, ob und inwieweit dieselben richtig sind, bezw. wo die Theorie noch Lücken aufweist. Oft genug glaube ich darauf hingewiesen zu haben, daß ich den errechneten Zahlen keinen absoluten Werth beimesse, sondern daß ihnen nur eine allerdings hohe Bedeutung innewohnt, wenn man sie als Vergleichswerthe ansieht.

Einige der von mir aufgestellten Behauptungeu bezw. errechneten Zahlen will ich den von Generallieutenant Müller mitgetheilten gegenüberstellen und daran einige Betrachtungen knüpfen.

In Bezug auf die Geschwindigkeit bezw. Stoßkraft der Kugeln, welche nothwendig ist, um einen Menschen außer Gefecht zu setzen, tritt kein Unterschied in beiden Arbeiten hervor. Generallieutenant Müller fordert ebenso wie ich eine Geschwindigkeit von 110 m für eine 13 g schwere Kugel, bezw. eine solche von 120 m

Digitized by

für eine Kugel von 11 g. Dagegen ist die Geschwindigkeitsabnahme und damit auch die Wirkungstiefe — insoweit diese von der Stoßkraft abhängt — von uns verschieden angenommen. Bei einer Geschwindigkeit des Schrapnels von 300 m im Sprengpunkt giebt Generallieutenant Müller die Wirkungstiefe für die 13 g schwere Kugel auf etwa 460 m*), für die 11 g schwere auf 325 m an, während ich dieselbe zu nur 387 bezw. 268 m**), also um etwa 20 pCt. niedriger, gefunden habe. Meine Rechnung ist nach v. Scheves „Leicht faßlicher Methode" ausgeführt, wobei ich den Luftwiderstandskoeffizienten n = 2000 gesetzt habe, was v. Scheve auf S. 76 seines Buches ebenfalls (stillschweigend) gethan hat. Von großer Bedeutung ist die Sache nicht; jedoch möchte ich davor warnen, aus der geringeren Geschwindigkeitsabnahme, die in dem Werke des Generallieutenants Müller angenommen ist, etwa zu folgern, daß die Herabsetzung des Gewichts der Schrapnelkugel zulässig wäre. Die Thatsache, daß die 11 g schwere Kugel an der unteren zulässigen Gewichtsgrenze steht, wird dadurch nicht beseitigt. Aus österreichischen, im Jahre 1891 mit Bodenkammerschrapnels ausgeführten Versuchen geht hervor, daß man auf 3000 m (Geschwindigkeit des Schrapnels im Sprengpunkt etwa 245 m) mit der 11 g schweren Kugel bei nur 100 m mittlerer Sprengweite über 46 pCt. matte und nur 41½ pCt. „durchgeschlagene" Kugeln erhielt. (Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens.)

Ein sehr überraschendes Resultat erhält man, wenn man unter Zugrundelegung der vom Generallieutenant Müller mitgetheilten Kegelwinkel die Trefferzahl für verschiedene Ziele und Sprengweiten nach der in der Studie entwickelten Methode errechnet und mit den durch Versuche gefundenen vergleicht.

Ich wähle dazu die Wirkung von vier Schüssen, die auf S. 100 des Müllerschen Buches mitgetheilt ist. Die Geschosse waren 8,4 cm Bodenkammerschrapnels mit 163 Sprengtheilen, Entfernung 2000 m, die Höhe der Scheiben 2,7 m; der Kegelwinkel ist zu 12 bis 14° angegeben; ich nehme das Mittel 13° an. Die nachstehende Zusammenstellung enthält die errechneten und die wirklich erschossenen Trefferzahlen.

---

*) Anlage 7.

**) Zusammenstellung 12.

Digitized by

Zusammenstellung 18.

Sprengweite m	Erschossene Trefferzahl	Errechnete Trefferzahl	Unterschied zwischen den erschossenen und errechneten Zahlen
49	54	50	— 4 (8 pCt.)
48	76	51	— 25 (49 ")
45	67	55	— 12 (22 ")
30	80	82	+ 2 (2 ")

Das Bemerkenswertheste ist, daß man bei fast allen Rechnungen ein ähnliches Resultat erhält: die erschossene Trefferzahl übertrifft die errechnete und zwar — innerhalb gewisser Grenzen — verhältnißmäßig (prozentualisch) um so mehr, je größer die Sprengweite ist. Hier liegt also offenbar kein Zufall, sondern eine bestimmte Ursache dafür vor. Die Theorie ist nicht falsch; aber sie hat eine Lücke. Sie berücksichtigt nur die direkt treffenden Sprengtheile und übersieht diejenigen Kugeln, die vor dem Ziel aufschlagen und abprallen. Da die Zahl dieser mit der Größe der Sprengweite zunimmt, so erklärt es sich, daß das errechnete Ergebniß mit dem Wachsen der Sprengweite verhältnißmäßig mehr hinter dem erschossenen zurückbleibt. Der Schießplatz in Thun, wo die Versuche höchst wahrscheinlich ausgeführt sind, ist vollständig eben, hat eine feste Grasnarbe und begünstigt daher das Abprallen der Kugeln in hohem Maße. Generallieutenant Müller fordert in seinem Werke verschiedentlich, daß bei den Versuchen dem Abprallen der Kugeln entgegengewirkt werde, da die Wirkung der abprallenden Kugeln nur zu sehr geeignet sei, das Bild zu trüben und das Urtheil zu verwirren. Vergleiche zwischen Versuchen, die auf verschiedenen Plätzen ausgeführt sind, haben so lange keinen Werth, als das Abprallen der Kugeln nicht verhindert ist. Was hier gefordert ist, leistet bis zu einem gewissen Grade wenigstens die Theorie. Abprallende Kugeln können unter günstigen Umständen im Ernstfall Wirkung haben; aber mit Sicherheit ist nicht darauf zu rechnen. Darum ist es gut, sie

Digitized by

auszuschalten, um nicht von unliebsamen Enttäuschungen überrascht zu werden.

Ein ganz besonderes Interesse hat der Vergleich der nach Seite 1 errechneten „getroffenen Mannsbreiten" mit wirklich erschossenen Ergebnissen. Nachstehende Zusammenstellung läßt erkennen, wie sich das Verhältniß bei den auf S. 87 betrachteten vier Schüssen gestaltet, die sämmtlich gegen vier hintereinander aufgestellte Scheiben abgegeben sind.

Zusammenstellung 19.

Sprengweite m	Scheibe	Scharfe Treffer auf den Schuß	Scharf getroffene Mannsbreiten auf den Schuß	Ausbreitung der Treffer über Mannsbreiten	Errechnete Zahl der getroffenen Mannsbreiten	Unterschied zwischen der erschossenen und errechneten Zahl
49	1	54	17	18	17	± 0
	2	81	25	30	28	+ 3
	3	51	31	44	30	— 1
	4	31	21	49	23	+ 2
48	1	76	20	20	19	— 1
	2	65	25	30	27	+ 2
	3	27	21	43	20	— 1
	4	14	11	34	12	+ 1
45	1	67	17	17	17	± 0
	2	85	25	34	31	+ 6
	3	25	15	54	20	+ 5
	4	23	18	50	20	+ 2
30	1	80	15	16	16	+ 1
	2	82	21	24	23	+ 2
	3	13	10	26	10	± 0
	4	2	2	31	2	± 0

Digitized by Google

Im Durchschnitt sind 18,5 Mannsbreiten auf den Schuß getroffen, während die Rechnung 19,3 ergiebt. Der mittlere Fehler beträgt nur 0,8, also noch nicht ganz 5 pCt. Bei mehr als der Hälfte aller Fälle ist das errechnete Ergebniß dem erschossenen gleich oder weicht um höchstens 1 davon ab. Daß das errechnete Resultat etwas höher als das erschossene ist, findet seine Erklärung darin, daß die Theorie eine ganz gleichmäßige Vertheilung der Treffer annimmt, was der Wirklichkeit nicht ganz entspricht. Je unregelmäßiger die Vertheilung der Treffer ist, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß einzelne Mannsbreiten mehrfach, andere dagegen gar nicht getroffen werden. Nur beim Schuß 3 in der zweiten und dritten Scheibe ist der Unterschied zwischen dem errechneten und erschossenen Ergebniß bedeutend. Man erkennt aber sofort, daß hier die Ausbreitung der Treffer eine ungewöhnlich große war. Trotzdem die Sprengweite dieses Schusses kleiner als bei den beiden ersten Schüssen war, ist die Ausbreitung der Treffer bei der zweiten und dritten Scheibe größer als dort. Daraus, daß die Trefferzahl in der zweiten Scheibe eine besonders hohe war (85), darf man schließen, daß diese große Ausbreitung der Treffer nur durch einzelne Sprengtheile, die wahrscheinlich vorher aufgeschlagen sind, hervorgerufen ist.

Wendet man die Rechnung auf Röhrenschrapnels an, so wird der Unterschied zwischen dem errechneten und erschossenen Ergebniß größer, eben weil hier die Vertheilung der Treffer ungleichmäßiger ist.

Der Fehler beträgt hier etwa 20 pCt. (wenigstens für die auf S. 96 des Müllerschen Werkes mitgetheilten Beispiele), und zwar ist die errechnete Zahl der getroffenen Mannsbreiten in allen Fällen größer als das Versuchsergebniß; nur in einem Falle, wo alle Mannsbreiten getroffen waren, ergaben Rechnung und Versuch dasselbe Resultat.

Eine völlige Uebereinstimmung zwischen Theorie und Praxis wird kein Sachverständiger verlangen. Aber die Theorie verwerfen, weil ihre Ergebnisse nicht genau der Wirklichkeit entsprechen, heißt jedem Fortschritt freiwillig entsagen. Die Theorie kann nur lehren, welche Ereignisse eintreten werden, wenn gewisse Voraussetzungen zutreffen. Alle wirkenden Ursachen in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen, ist einfach unmöglich; denn sie sind von Schuß zu Schuß verschieden, wie die große Ver-

Digitized by Google

ſchiedenheit in der Trefferzahl, Ausbreitung der Treffer ꝛc. von Schüſſen zeigt, die unter ſcheinbar denſelben Verhältniſſen abgegeben ſind, ja genau gleiche Sprengpunktslage haben. Erhält man durch Verſuch und Rechnung im Mittel ziemlich gleiche Ergebniſſe, ſo darf man annehmen, daß die Theorie in der Hauptſache richtig iſt; bleibt dagegen das Verſuchsergebniß ſtetig hinter dem der Rechnung zurück, oder übertrifft es daſſelbe regelmäßig, ſo muß man auf eine konſtant wirkende Urſache ſchließen, die bisher von der Theorie unbeachtet geblieben iſt. Aber ſchon, daß man auf eine ſolche geführt wird, iſt ein wichtiger von der Theorie geleiſteter Dienſt. Nur die Erkenntniß der wirkenden Urſachen kann zu ihrer Beherrſchung und damit zur Vervollkommnung der Waffenwirkung führen. So richtig das Wort iſt: „Probiren geht über Studiren!“ ſo wahr bleibt das andere: „Erſt ſtudiren, dann probiren!“ Wieviel Zeit, Geld und Arbeit erſpart worden wäre, wenn man dies immer beherzigt hätte, das lehrt deutlich die Durcharbeitung der in dem Müllerſchen Werke mitgetheilten Schrapnelverſuche.

Digitized by Google

XX.

Der Dienst der russischen Festungsartillerie bei der Vertheidigung von Festungen.

Nach dem Russischen des Obersten Kisselew

übersetzt von

Preiß,

Major a. D.

Als Regel ist festzuhalten, daß jede Kompagnie fortdauernd den Dienst in denjenigen Batterien oder Werken übernimmt, welche sie selbst armirt hat, und vor denen sie das Gelände genau kennt. Die Ablösung der Bedienung wird innerhalb der Kompagnien bewirkt.

Diejenige Festungsartillerie-Kompagnie, welche die Geschützbedienung stellt und das Schießen ausführt, ist, solange die Batterie besteht, verpflichtet, diese in Ordnung und gutem Zustand zu erhalten, die Geschütze zu reinigen, Beschädigungen durch feindliches Feuer auszubessern, das Artilleriematerial in Stand zu halten und zu ergänzen, die Munitionsversorgung zu bewirken und die nöthigen Laboratoriumsarbeiten an Ort und Stelle auszuführen.

Alle in den Forts, auf den Festungsfronten, detachirten Werken und Batterien stehenden Festungsgeschütze werden in Bezug auf Kommando und Verwaltung in Batterien eingetheilt.

Mehrere (2 bis 8) benachbart stehende und ein und demselben Kommandeur unterstellte Geschütze werden „eine Batterie" genannt. Bei schwacher Armirung können manchmal ganze Bastione eine einzige Batterie bilden, während manchmal im heftigen Artilleriekampfe und bei starker Armirung jede Face und Flanke eines Bastions oder eines Forts eine besondere Batterie bilden kann.

Digitized by Google

Jede Batterie wird von einem Offizier, in Ausnahmefällen von einem älteren Feuerwerker (Sergeant) kommandirt. Mehrere benachbarte Batterien bilden eine Gruppe, die einem älteren Offizier oder Kompagniechef als „Gruppenkommandeur" unterstellt ist. Mehrere Gruppen werden je nach den örtlichen Verhältnissen in Bezug auf Kommando und Verwaltung zu einem Artillerieabschnitt vereinigt, an dessen Spitze einer der ältesten Kompagniechefs als „Kommandeur des Artillerie-Vertheidigungsabschnittes" steht. In jedem Vertheidigungssektor der Festung wird für die gesammte in ihm befindliche Artillerie ein Bataillonskommandeur der Festungsartillerie zum „Befehlshaber der Artillerie des Vertheidigungssektors" ernannt.

Die in den Anschluß- und Zwischenbatterien stehenden Geschütze werden ebenfalls in Batterien gegliedert, wobei folgende Zahlen als Regel gelten: vom 8zölligen Kaliber (20,3 cm) je 4, vom 6zölligen (15,3 cm) je 6 und von den Feldkalibern je 8 oder 6 Geschütze.

Für den Kampf müssen die Batterien für einen Tag mit Munition versehen sein, wobei man 40 Schuß auf das Geschütz rechnet. Von der Gesammtzahl der Geschosse müssen $^2/_3$ Granaten und $^1/_3$ Schrapnels sein; sind Kartätschen ausgeworfen, die ganze Kartätschausrüstung. Sehr wesentlich ist eine gute und regelmäßige Organisation des Munitionsempfanges.

Hierzu ist die Anlage von Eisenbahnen von den Pulvermagazinen, Depots und Laboratorien aus längs der Linie der Batterien und ihre Ausstattung mit einer ausreichenden Zahl kleiner Waggons unumgänglich. — Außer dem gesammten übrigen Zubehör müssen für das Schießen und die Arbeiten bei Nacht auch Laternen mit dem nöthigen Erleuchtungsmaterial bei den Geschützen vorhanden sein. Einige dienen zur Erleuchtung der Pulverkammern und Geschoßräume bei der Ausgabe, andere werden beim Transport der Munition gebraucht, noch andere am Geschütz selbst zum Laden, Richten und anderen Verrichtungen; auch zur Kenntlichmachung der Lage der Batterie muß in ihrem Rücken eine Laterne angebracht werden.

In allen Batterien muß, außer für die verschiedenen technischen Vorrichtungen, auch für die Errichtung von Blindagen gesorgt werden, in denen die Bedienung und der Offizier Schutz vor schlechtem Wetter und Kälte finden können. Auch ist es

Digitized by Google

wichtig, daß für jede Batterie mindestens zwei, möglichst weit voneinander entfernte schußsichere Räume angelegt werden, einer für Geschosse nebst einer Ladestelle, ein anderer für Kartuschen, zu einem Fassungsvermögen für den Bedarf eines Tages. Auch müssen neben jedem Geschütz Nischen eingerichtet werden, um einige Geschosse und Kartuschen bei der Hand zu haben.

Bei den über Bank feuernden Geschützen müssen seitwärts neben der Bank an der Brustwehr Gräben angebracht werden, in welche die Bedienung nach dem Laden hineinsteigt, um nicht gesehen zu werden; auch dürfen bei diesen Geschützen keine weißen Schürzen angelegt werden.

Für die durch Scharten feuernden Geschütze müssen diese so konstruirt werden, daß man mit dem kleinsten Erhöhungswinkel und sogar horizontal richten kann und dabei ein möglichst großes seitliches Gesichtsfeld hat; es ist vortheilhaft, solche Scharten am Tage theilweise mit Sandsäcken nach außen zu blenden. Ueberhaupt ist es von großer Wichtigkeit, alle Batterien auf verschiedene Weise nach außen zu maskiren, wo sie auch immer gelegen seien.

Zum Schutz der Bedienung vor Schrapnel- und Gewehrkugeln sind überall zu beiden Seiten der Geschütze Schutzdächer von Brettern, auf Ständern ruhend, herzustellen und mit Rasen zu bedecken.

Die verschiedenen Arten der Festungsbatterien.

Der Dienst der Festungsartillerie in den Batterien ist höchst verschiedenartig. Diejenigen Batterien, die in der vordersten Vertheidigungslinie liegen, werden den schwersten und aufreibendsten Dienst zu versehen haben, da sie Tag und Nacht in bestimmter Richtung zu feuern haben und außerdem noch beständig bereit sein müssen, unerwartete Sturmangriffe abzuweisen, irgendwo vor ihnen auftauchende feindliche Truppen rasch zu verfolgen und Ausfälle der Besatzung zu unterstützen; daher erfordern diese Batterien ein stärkeres Personal als die übrigen. Die Batterien in den Forts und auf der Hauptumwallung brauchen weniger Leute; denn durch ihre Lage in Werken permanenten Profils sind sie sicherer vor dem Sturm und unerwarteten Angriffen, haben Kasernen und andere granatsichere Unterkunftsräume sowie auch ausreichende Munitionsvorräthe in der Nähe. Andere, z. B. die

Digitized by

Tabelle I.

Geschützart und Kaliber	Zahl der Geschütze in der Batterie.	Schußzahl (40 pro Geschütz)	Zahl des für jede Batterie zu einer Ablösungstour erforderlichen Personals										Bemerkungen.
			Zur Bedienung der Geschütze			Zur Verwaltung der Munition		Als Beobachtungsposten	Zur Reserve	Im Ganzen			
			Off.	Unt.	M.	Unt.	M.	M.	M	Off.	Unt.	M.	
Leichte 8zöllige Kanone und 8zöllige Mörser C/87 und C/77	4	160	1	2	32	1	4	2	4	1	3	42	
	2	80	1	1	16	—	4	2	3	1	1	25	
Schwere 6pudige Kanone (190 Pud), leichte 6pudige Kanone (120 Pud), kurzer 24 Pfünder C/67 und C/77	6	240	1	3	36	1	4	2	4	1	4	46	
	4	160	1	2	24	1	4	2	4	1	3	34	
	3	120	1	1	18	—	4	2	3	1	1	27	
	2	80	1	1	12	—	4	2	2	1	1	20	
42 Linien-Kanone, 12pfündige eiserne Hinterladungs-Kanone C/67 und C/77	6	240	1	3	30	1	3	2	4	1	4	39	
	4	160	1	2	20	1	3	2	4	1	3	29	
	3	120	1	1	15	—	3	2	3	1	1	23	
	2	80	1	1	10	—	3	2	3	1	1	18	
4pfündige und 9pfündige Kanone, schweres und leichtes Feldgeschütz C/67 und C/77	8	320	1	4	40	1	4	2	4	1	5	50	
	6	240	1	3	30	1	3	2	3	1	4	38	
	4	160	1	2	20	—	3	2	2	1	2	27	
	3	120	1	1	15	—	3	2	2	1	1	22	
	2	80	1	1	10	—	3	2	2	1	1	17	

Digitized by Google

Schwerer und leichter, eiserner und stählerner 8zölliger Mörser C/67 und C/77	4	160	1	2	24	1	4	2	4	1	3	34	
	2	80	1	1	12	—	4	2	3	1	1	21	
Schwerer bronzener 6zölliger Mörser	6	240	1	3	36	1	4	2	4	1	4	46	
und leichter 6zölliger Feldmörser. .	4	160	1	2	24	1	4	2	4	1	3	34	
	2	80	1	1	12	—	3	2	3	1	1	20	
5pudiger und 2pudiger glatter Mörser	6	240	1	3	24	1	6	2	4	1	4	36	Die Geschosse werden in der Batterie geladen.
	4	160	1	2	16	1	6	2	3	1	3	27	
	2	80	1	1	8	1	4	2	3	1	2	17	
6pfündige (57 mm) Schnellfeuer-Feldgeschütze System Nordenfelt (mit gefüllter Protze 98 Pud) 8 Schuß an der Laffete, 80 in der Protze . . .	6	528	1	3	30	—	2	2	6	1	3	40	Es feuern nur 3 Mann pro Geschütz, es sind aber noch 2 Mann zum Heranschaffen der Geschosse erforderlich.
	4	352	1	2	20	—	2	2	4	1	2	28	
	2	176	1	1	10	—	2	2	2	1	1	16	
4 Linien-Kartätschgeschütz, System Gatling mit Protze	6	—	1	3	24	—	2	1	3	1	3	30	Die Patronen in den Protzen und an der Laffete.
	4	—	1	2	16	—	2	1	2	1	2	22	
	2	—	1	1	8	—	2	1	1	1	1	12	

Digitized by

ſogenannten „Fauſſebraie-Batterien“ oder „Batterien gegen den Sturm“, ebenſo auch die Kaponniere-Batterien in den Gräben, brauchen noch weniger; denn ihre Thätigkeit iſt nur kurz, und ſie ſind am allerbeſten gedeckt.

Mit Rückſicht hierauf ſind im Folgenden einige Tabellen aufgeſtellt, in denen die Bedienung für die verſchiedenen Feſtungs-batterien berechnet iſt, nämlich:

I. Für die Zwiſchen-, die Anſchluß- und überhaupt alle Batterien erſter Linie, die nach Art der Belagerungs-batterien erbaut ſind und außerhalb der Forts liegen.

II. Für die Batterien auf den Wällen der Forts der Ver-ſtärkungswerke, der Haupt-Enceinte und überhaupt in Werken permanenter oder proviſoriſcher Bauart.

III. Für die Batterien gegen den Sturm (Fauſſebraie-Batterien) und die beweglichen, die nur kurze Zeit bei Angriffen von Truppen gegen ihre Stellungen in Thätigkeit treten.

IV. Für die Batterien der Grabenvertheidigung permanenter Werke.

V. Für die verſchiedenen Spezial- und Ergänzungs-Dienſt-zweige und Kommandos.

I. Organiſation der Zwiſchen-Batterien ꝛc.

In der vorſtehenden Tabelle (ſiehe Seite 490/91) ſind die für jede Batterie nöthigen Daten zuſammengeſtellt.

An geladenen Geſchoſſen ſind in dieſer Tabelle je 40 auf das Geſchütz gerechnet, obwohl man dieſe Ziffer als ganz ungenügend bezeichnen muß; denn wenn man auf jede fünf Minuten bei ununterbrochenem Feuer einen Schuß rechnet, ſo würde dieſer Vorrath in 3½ Stunden verbraucht ſein.

Die Munitionsergänzung wird nur des Nachts möglich und auch dann wahrſcheinlich mit Schwierigkeiten verknüpft ſein. Es wäre daher wünſchenswerth, in jeder Batterie 80 Schuß pro Geſchütz zu haben, wenn das Faſſungsvermögen der Pulverkammern dies erlaubt; denn dann kann man ſich auf die Thätigkeit der Artillerie verlaſſen und im gegebenen Fall die nöthige Energie entwickeln. Beſonders wichtig iſt dies für die Feldkaliber, die nur gegen Truppen zu wirken haben.

Digitized by Google

Für die Feldkanone, Feldmörser, Schnellfeuer-Feldgeschütze und Kartätschgeschütze müssen die Protzen zur Stelle und auch die Munitionswagen möglichst in der Nähe sein, um ihnen mehr Selbständigkeit und Bewegungsfähigkeit zu geben. Die Schnellfeuergeschütze (57 mm) verfeuern Einheitspatronen und können in der Minute 30 Schuß abgeben; ein großer Tagesvorrath ist für sie also unerläßlich. In der Tabelle sind nur die 88 Schuß verzeichnet, die sich bei jedem Geschütz in der Protze und an der Laffete befinden; dieser Vorrath ist aber ganz unzureichend, denn er würde in drei Minuten verschossen sein.

Die Ziffern in der Rubrik: „Zur Bedienung der Geschütze" ergeben sich aus folgenden Grundsätzen:

Offiziere: In allen Festungsbatterien der ersten Vertheidigungslinie wird das Kommando Offizieren übertragen, auch wenn erstere nur aus zwei Geschützen bestehen; dies ist ein unbedingtes Erforderniß der heutigen Kriegführung. Das moderne Geschütz verlangt eine sorgfältige Aufsicht, seine Trefffähigkeit eine genaue Kenntniß der Schießregeln, und manchmal erfordern die Maßnahmen des Gegners eine selbständige, sofortige Entscheidung darüber, was zu geschehen hat, wenn nicht der günstige Augenblick vorübergehen soll. Kann man dies von einem gemeinen Soldaten oder Unteroffizier verlangen, einem schlecht unterrichteten, ungebildeten Menschen, dessen Dienstzeit kaum vier Jahre dauert? Indem man der Artillerie genau treffende, weittragende und kostspielige Geschütze gab, aus denen jeder Schuß mehrere Rubel kostet, mußte man von ihr Kenntnisse, Verständniß und Findigkeit in jedem Augenblick fordern; die heutigen neuen Verhältnisse verlangen die Entwickelung einer neuen Taktik des Festungskrieges, und daher sind in der ersten Linie unumgänglich Offiziere erforderlich.

Was ihren Dienst als Batteriekommandeur betrifft, so besteht derselbe hauptsächlich in Folgendem: 1. in der Aufsicht über die Ordnung und die Dienstverrichtungen, 2. in der Feuerleitung, 3. in der Bezeichnung der Ziele gemäß den höheren Anordnungen oder unter Umständen nach eigenem Ermessen, 4. in der Führung des Batterie- und des Schießtagebuchs, 5. in den täglichen Berichten über den Zustand und die Thätigkeit der Batterie, 6. in der Rechnungslegung über den Verbrauch an Munition und der Requisition von Ersatz, 7. in der Beobachtung der Arbeiten und

Digitized by Google

der Batterien des Feindes, 8. in der Einrichtung eines Beobachtungsstandes, 9. in der Ausbesserung der Beschädigungen der Batterie, der Geschütze und des Materials, soweit es an Ort und Stelle möglich ist, 10. in dem Austausch von Geschützen und anderen Gegenständen, wenn es erforderlich erscheint, 11. in der Organisation der Verpflegung in der Batterie, der Lebensmittel- und Wasserversorgung sowie des ärztlichen Dienstes, 12. in Herstellung einer telephonischen Verbindung mit den Nebenbatterien und dem Gruppenkommandeur und einer Botenverbindung für den Fall des Versagens der ersteren, 13. im Empfang von Mittheilungen über die Aufstellung unserer Truppen und Vorposten, 14. in der Erkundung des Vorgeländes der Batterie innerhalb des Schußbereichs und Feststellung der Entfernungen nach verschiedenen Punkten, 15. in Arbeiten zur Maskirung der Batterie. — Die Batteriekommandeure halten sich in ihren Batterien in besonderen, von denen der Soldaten gesonderten Unterständen auf.

Das Kommando über eine Gruppe von 3, falls sie klein sind, von 4 Batterien, übernimmt der Kommandeur derjenigen Kompagnie, die sie besetzt, oder der älteste Kompagnieoffizier.

Diese Batterien müssen möglichst nahe aneinander und in demselben Abschnitt liegen. Der Gruppenkommandeur hält sich in einer seiner Batterien auf, regelt die wirthschaftlichen und administrativen Verhältnisse seiner Kompagnie, überwacht den inneren Dienst, leitet das Schießen seiner Batterien, indem er ihr Feuer dahin vereinigt, wo es ihm nöthig erscheint, empfängt die Befehle des Abschnittskommandeurs und giebt sie an die Batterien weiter, ebenso die Berichte und Requisitionen von seinen Batterien, um sie jenem zu übergeben. Außerdem hat er dieselben Verpflichtungen, wie die Batteriekommandeure. Bei ihm befindet sich der Feldwebel, der Kammerunteroffizier, der „Artelschtschik",*) der Lazarethgehülfe mit der Krankentrage und den Medikamenten. Telephonverbindungen gehen von ihm zu den Batterien, zum Abschnittskommandeur und von da weiter.

Der älteste Kompagniechef innerhalb des Zwischenraumes zwischen zwei Forts wird zum Kommandeur dieses „Artillerie-Vertheidigungsabschnittes erster Linie" ernannt. Ihm sind alle

*) Das ist ein von den Leuten gewählter Vertrauensmann, der namentlich für die Menage zu sorgen hat.

Digitized by Google

Batterien unterstellt, er selbst dem Artilleriebefehlshaber in dem betreffenden Vertheidigungssektor, nämlich dem Bataillonskommandeur.

Unteroffiziere. Obwohl nach dem Geschütz-Exerzir-Reglement auf jedes Geschütz ein Unteroffizier kommen soll, so ist dies doch nur im Frieden bei geringer Geschützzahl während der Ausbildung durchführbar.

Im Kriege, wenn es gilt, zahlreiche Festungsbatterien zu besetzen, wird man bei den jetzigen Kriegsetats froh sein, wenn auf je zwei Geschütze ein Unteroffizier vorhanden ist. Nach dem Etat kommt auf 12 Mann ein Unteroffizier; von dieser Zahl gehen aber die Kammerunteroffiziere und die zu Spezialkommandos bestimmten ab, außerdem ist auch auf Kranke zu rechnen. In allen Batterien werden also die Unteroffiziere wenigstens zwei Geschütze unter sich haben, in manchen Fällen mehr und in einzelnen sogar ganze Batterien. Daher müssen alle Unteroffiziere vollständig in den Schießregeln und dem Einschießverfahren bewandert sein, ebenso auch in der Behandlung der Geschütze, der Verschlüsse und des übrigen Artilleriematerials. Sie müssen das Schießen ihres Zuges beobachten, die gute Beschaffenheit der Verschlüsse, der Liderungsringe und der gesammten Geschütze überwachen, Fehler womöglich an Ort und Stelle beseitigen, den Munitionsverbrauch für den Tag und die Nacht kennen, die Schießbücher ihrer Geschütze führen.

Geschützbedienung. Die zum Schießen aus den Zwischenbatterien bestimmte Bedienung wird für volle 24 Stunden kommandirt. Während dieser Zeit wird niemals ein ununterbrochenes Schießen stattfinden, sondern es werden stets Pausen eintreten, in denen sich die Bedienung erholen kann; das Schießen kann auch aus der Hälfte der Geschütze geschehen, während die Bedienung der anderen ruht. Die Leute können entweder neben den Geschützen oder in den Unterständen schlafen, die in jeder Batterie in ausreichender Zahl vorhanden sein müssen. Währenddessen müssen besondere Posten zur Beobachtung des Feindes und für den Fall eines Alarms ausgestellt werden.

Nach Verlauf von 24 Stunden wird das ganze Personal (einschl. Offizier) innerhalb derselben Kompagnie abgelöst. Die Zeit dafür wird von der Kommandantur gleichzeitig mit der Ablösung der Wachen festgesetzt und hängt von der Jahreszeit und

Digitized by Google

anderen Umständen ab. Jedenfalls muß man bestrebt sein, die Ablösung unbemerkt vom Feinde vorzunehmen, jedoch so, daß die Neuankommenden noch bei Tageslicht die Batterie übernehmen und sich mit den örtlichen Verhältnissen, der Stellung des Feindes und den Zielen bekannt machen können.

Wenn das Gelände um die Batterie offen ist und keine Gelegenheit bietet, sich ihr unbemerkt zu nähern, so treffen der Offizier und die Unteroffiziere zur Uebernahme der Batterie früher ein; sie übernehmen Alles, besichtigen das Gelände und die Stellung des Feindes und lassen sich die Ziele zeigen; die Ablösung der Mannschaften findet dagegen erst nach Einbruch der Dunkelheit statt. Es ist zweckmäßig, mit der Ablösungszeit zu wechseln, damit sie dem Feind unbekannt bleibt. Im Winter und bei starkem Frost, auch im Frühjahr und Herbst, müssen in offenen Batterien, wenn keine warmen Unterkunftsräume in der Nähe sind, die Mannschaften mit warmer Kleidung versehen werden, unter Umständen muß sogar die Ablösung alle 12 Stunden geschehen. In solchen Fällen ist am besten der Tagesanbruch und die Abenddämmerung dazu zu benutzen.

Die ersten Besetzungsmannschaften nach der Armirung einer Batterie müssen sich mit ihrer guten Einrichtung beschäftigen. Der Batteriekommandeur muß für ihre Maskirung mit allen irgend möglichen Mitteln, für Errichtung von erhöhten Beobachtungsständen neben der Batterie, sowie für Einrichtung der Geschoß- und Kartuschnischen sorgen. Jedes Geschütz erhält eine Nummer, vom rechten Flügel anfangend. Schon vor dem Einrücken in die Batterie werden die Bedienungen abgetheilt, die Richtkanoniere und ihre Ersatzleute bestimmt. Nach der Ankunft in der Batterie bereiten die zugführenden Unteroffiziere Alles zum Schießen vor und revidiren die Geschütze, Laffeten, Bettungen und das übrige Material nach dem Reglement. Der mit der Verwaltung der Munition Beauftragte übernimmt diese der Zahl nach und revidirt sie auf ihre gute Beschaffenheit, ebenso übernimmt er die Ladestelle mit den Laborirgeräthen. Nach der Uebernahme melden die Unteroffiziere dem Kommandeur; Unregelmäßigkeiten und Mängel werden dabei zur Sprache gebracht.

Bei jedem Geschütz muß ein besonderes „Geschützbuch" vorhanden sein, in dem sich befindet: 1. eine Geschütz- und Laffetentabelle, 2. die vollständigen und die abgekürzten Schußtafeln mit

Digitized by Google

ausgearbeiteten Schießplänen für verschiedene Entfernungen, mit einer kurzen und leicht faßlichen Instruktion über ihren Gebrauch, 3. ein Schießtagebuch, in welches alle auf das Schießen bezüglichen Daten eingetragen werden, und 4. eine Instruktion über die Behandlung des Geschützes, der Laffete und des übrigen Materials.

Dieses zum Geschützzubehör gehörige Geschützbuch wird von dem zugführenden Unteroffizier geführt und vom Batteriekommandeur täglich vor der Ablösung revidirt und unterschrieben. Letzteres kann mit dem am Buch befestigten Bleistift geschehen. Bei der Uebergabe der Batterie und der Geschütze werden auch diese Bücher übergeben, die nachher bei allen Gelegenheiten als Ausweis zu dienen haben.

Für die Verwaltung der Munition wird in jeder Batterie ein Aufsichtführender kommandirt: entweder ein Unteroffizier, wo ein solcher vorgesehen ist (siehe die Tabelle 1), oder sonst ein verständiger Gemeiner, der lesen und schreiben kann.

Zu seinen Obliegenheiten gehört die Rechnungsführung über die in der Batterie vorhandenen Geschosse und Kartuschen, das Pulver, die Kartuschbeutel, Schlagröhren, Zündschrauben, Zeitzünder, die Erleuchtungsmittel, nämlich Lichter und Baumöl, das zum Einfetten der Geschosse und Reinigen der Geschütze nöthige Naphthaöl, die Lappen und den Schmirgel. Ihm sind auch die in oder bei der Batterie befindlichen Munitionsräume und die für die nothwendigsten Laboratoriumsarbeiten bestimmte Ladestelle unterstellt. Er hat das „Laboratoriumsbuch" zu führen, in welches tageweise alle übernommenen und empfangenen Vorräthe und die tägliche Ausgabe eingetragen wird, letztere in zwei Perioden: am Tage von 6 Uhr früh und bei Nacht von 6 Uhr abends an. Zur Hülfe werden ihm 3 bis 6 Mann kommandirt, die ihm untergeben sind. Sie führen die in den Munitionsräumen und der Ladestelle nöthigen Arbeiten aus, damit hierfür nicht Leute aus der Bedienung herangezogen werden müssen.

Sie entnehmen Geschosse und Kartuschen aus den betreffenden Räumen, geben das Verlangte an die Geschütze aus, stellen die Geschosse im Geschoßraum ordnungsmäßig auf und helfen der Bedienung beim schnellen Heranbringen der Munition im Falle eines Alarms. Je einer beaufsichtigt den Geschoß- und den Kartuschraum; von jeder Ausgabe und jedem Empfang machen sie dem Aufsichtführenden Meldung.

Digitized by Google

Neben jedem Geschütz soll eine Nische (eine Vertiefung in der Brustwehr oder in der Traverse) angelegt werden, in welcher einige Granaten, Schrapnels, Kartuschen und Zünder aufbewahrt werden; sind aber keine vorhanden, so werden trotzdem einige Geschosse und Ladungen bei den Geschützen niedergelegt, erstere in ihren Geschoßkästen, letztere in beliebigen Gefäßen; beide sind mit Matten zu bedecken. Die Munition für die Geschütze wird aus den Nischen ausgegeben, diese ergänzen sich aus den Munitionsräumen und diese ihrerseits durch Transporte aus den Munitions-Zwischendepots und den Festungsmagazinen.

Zur Ausführung verschiedener Feuerwerksarbeiten, z. B. zum Nachbinden von Kartuschen, Nähen zerrissener Beutel, Herrichten verringerter Ladungen (namentlich für Mörser), Umladen von Geschossen, Kalibriren der Geschosse mit Bleimänteln, Befeilen der Bleimäntel und Kupferringe, die auf dem Transport bestoßen worden sind, Füllen der Bomben für 5- und 2pudige glatte Mörser mit Pulver, Tempiren und Eintreiben der hölzernen Bombenzünder, Abwiegen der veränderlichen Ladungen u. a. m., — für alle diese Arbeiten muß bei jeder Batterie der vordersten Linie eine Ladestelle vorhanden sein. Sie kann im Vorraum des Geschoß-, niemals aber des Kartuschraums angelegt werden, von welch letzterem man alle, am meisten aber die Feuerwerksarbeiten, auch die einfachsten, möglichst entfernt halten muß. Für den Fall, daß verkleinerte Ladungen hergestellt werden müssen, muß in jedem Kartuschraum ein Vorrath von Pulver, Kartuschbeuteln und Feuerwerksschnur vorhanden sein. Für die Arbeiten in der Ladestelle müssen unter den für die Munition bestimmten Mannschaften ein oder zwei Laboratoristen oder Laboratoristenlehrlinge sein. An Feuerwerksgeräthen muß das Nothwendigste vorhanden sein: Waagen, System Roberwall, Schnellwaagen und Gewichte bis zu 20 Pfund und Theile eines Pfundes, ein Vorrath von Feuerwerksschnur und Kartuschbeuteln für volle und verminderte Ladungen, Scheere, Messer, Schlüssel zum Einschrauben von Aufschlag- und Brennzündern, Leeren, Feilen; für glatte Bomben alles zum Laden Nöthige, Pressen zum Eintreiben der hölzernen Zünder, Schaufeln, Siebe u. dgl. m. In der Ladestelle sind auch alle Zünder, Schlagröhren, Zündschrauben, Zündpillen und Patronen aufzubewahren; Alles in besonderen Kästen oder Fäßchen verpackt und mit Bezeichnung versehen.

Digitized by Google

Für jede Festungsfront und jedes Fort muß eine ebensolche Ladestelle vorhanden sein, und zwar an einer vor Granaten geschützten Stelle, in Vorfluren, Poternen, Flankenbatterien u. dgl.

Die in der Rubrik: „Zu Beobachtungsposten" in der Tabelle aufgeführten zwei Mann sind zur Besetzung eines solchen Postens pro Batterie bestimmt. Es ist dies einer der wichtigsten Dienstzweige der Artillerie, von welcher der Erfolg des Schießens und zuweilen die Sicherheit des Vertheidigers abhängt.

Bei der jetzigen Taktik des Festungskrieges, der Anlage der Belagerungsbatterien hinter Terrainwellen, der Errichtung von Erdbrustwehren und Masken auf eine Entfernung von 50 bis 60 Ssashen vor ihnen, ist das Schießen aus der Festung und die Beobachtung der Schüsse sehr schwierig geworden. Deshalb ist es auch bei freier Lage der Batterien unerläßlich, Beobachtungsposten auf Thürmen, Häusern, Bäumen einzurichten oder besondere künstliche, nach Möglichkeit maskirte Beobachtungsstände zu erbauen; sie müssen einfach, standfest und bequem sein. Von den für jeden Posten bestimmten beiden Leuten beobachtet der Eine, während der Andere die Beobachtungen der Batterie übermittelt; nach einiger Zeit wechseln sie sich in ihren Funktionen ab. Es müssen hierzu verständige, ruhige Leute mit vorzüglichem Sehvermögen ausgesucht werden, die das Gelände gut kennen und das Beobachten verstehen; sie sind mit einfachen und Doppel-Fernröhren auszurüsten und müssen mit diesen umgehen können. Die Beobachtungsposten werden mit den Batterien telephonisch verbunden; ist dies nicht angängig, so verständigen sie sich durch Signale, Flaggen, Laternen; alle ihre Angaben werden in den Batterien in den Geschützlagebüchern notirt. Die zu Beobachtern auserseheuen Leute müssen im Frieden im Gebrauch des Telephons, Heliographen und der Flaggensignale ausgebildet werden.

Bei der Auswahl der Plätze ist der Möglichkeit guter Beobachtung der Schüsse und sicherer Uebermittelung der Beobachtungen gleichmäßig Rechnung zu tragen. Natürlich kann und muß zuweilen der Batteriekommandeur selbst Beobachtungen anstellen, daraus folgt aber nicht, daß er fortwährend auf dem Beobachtungsstande sitzen soll; denn näher liegende Pflichten verlangen seine dauernde Anwesenheit in der Batterie. Die Beobachtungsposten sind am Tage und nur in seltenen Fällen, z. B.

Digitized by

bei hellem Mondschein oder elektrischer Beleuchtung der Ziele, auch nachts in Thätigkeit.

Für die Beobachter gilt eine besondere Instruktion, deren Hauptinhalt folgender ist:

Den besten Anhaltspunkt für die Beobachtung giebt in bekannter Weise der Rauch am Aufschlags- bezw. Sprengpunkt, daneben der sich bei blindgehenden Geschossen erhebende Staub 2c. Auch Beobachter mit scharfem Sehvermögen dürfen nur bis zu Entfernungen von höchstens 1½ Werst mit unbewaffnetem Auge beobachten. Bei größeren Entfernungen oder schwächerem Sehvermögen müssen Doppelfernröhre angewendet werden. Einfache Fernröhre kommen mit Vortheil auf Entfernungen über 2 Werst und beim Uebergang zu den feinen Korrekturen zur Verwendung.

Im Frieden sind die Bataillonskommandeure, Kompagniechefs und alle Offiziere, ebenso die Unteroffiziere, Richtkanoniere und alle Mannschaften mit gutem Sehvermögen im Beobachten mit bewaffnetem und unbewaffnetem Auge zu üben. Hierauf muß ganz besondere Sorgfalt verwandt werden. Alle Beobachter müssen sich bewußt sein, daß nur irrthumsfreie Beobachtungen zur Grundlage für ein regelmäßiges Einschießen und eine richtige Feuerleitung dienen können, und daß ein einziges falsch beobachtetes Geschoß das ganze Einschießen stören und erheblich verlangsamen kann. Infolge dessen dürfen nur unzweifelhafte Beobachtungen in Rechnung gezogen, fragliche aber müssen verworfen werden.

Beim Beobachten selbst muß man folgende Punkte berücksichtigen:

a) Vor dem Schuß soll man nicht lange auf das Ziel sehen, sondern nur vorher die Richtung nehmen. Dies ist besonders wichtig bei Anwendung von Fernrohren, sonst ermüdet das Auge.

b) Der erste Augenblick nach dem Springen oder dem Aufschlagen des Geschosses ist der geeignetste für die Beobachtung, weil der Rauch und Staub alsdann noch die stärkste Konsistenz haben und den stärksten Eindruck auf das Auge machen. Daher verzögert ein langes Hineinsehen in das Fernrohr nach dem Springen oder Aufschlagen des Geschosses lediglich das Schießen und ermüdet das Auge. Eine Ausnahme bildet nur der Fall, wenn der Wind den Rauch oder Staub rasch vor oder hinter das Ziel treibt; hierbei ist es vortheilhaft, dem Rauch während seiner Bewegung zu folgen, um zuverlässige Beobachtungen zu erhalten.

Digitized by Google

c) Geſchoſſe, die ſeitwärts abweichen, geben immer unſichere Beobachtungen; man muß ſie daher ſtets als fraglich bezeichnen und nicht mit in Rechnung ſtellen, namentlich nicht beim Einſchießen.

d) Es iſt auch zu beachten, daß dem Beobachter, wenn er weit ſeitwärts der Viſirlinie ſteht, die Kurz- und Weitſchüſſe als Seitenabweichungen erſcheinen.

e) Bei Beſchießung deſſelben Zieles durch mehrere Batterien gleichzeitig muß jeder Beobachter verſtehen, den Augenblick zu beſtimmen, in dem das Springen eines abgefeuerten Geſchoſſes erfolgen muß, um den Rauch der eigenen Geſchoſſe von dem fremder unterſcheiden zu können. Um dieſe Fähigkeit ſich zu erwerben, muß man anfangs ſofort nach dem Schuß laut die Sekunden der Flugzeit abzählen (man entnimmt ſie der Schußtafel) und die bis zum Ablauf derſelben ſpringenden Geſchoſſe nicht beachten.

f) Beim Schrapnelſchießen geben nur diejenigen Schrapnels genaue Beobachtungen, deren Sprengpunkte ſich vermöge geringer Sprenghöhe in Beziehung zum Ziel bringen laſſen, ausgenommen bei ſtarkem Staube oder bei ſeitlicher Stellung des Beobachters zur Schußlinie.

g) Manchmal ſpringen die Schrapnels nach einem Aufſchlage in einiger Höhe. Solche Sprengpunkte hält man ſehr leicht für hohe, wodurch ganz falſche Schlüſſe auf die Brennzeit veranlaßt werden; man muß daher hierbei ſehr vorſichtig ſein.

Die als „zur Reſerve“ bezeichneten Mannſchaften, von denen einer zur Aufſicht kommandirt wird, haben das Heranſchaffen der abgekochten Verpflegung, des Trinkwaſſers, des Holzes für das Anwärmen, im Nothfall auch für das Kochen der Verpflegung, ſowie des Streuſtrohs und anderer Bedürfniſſe zu ſorgen. Zu ihren Obliegenheiten gehört auch die Ableitung des Regenwaſſers, die Anlage von Kochplätzen an einer ſeitwärts der Batterie gelegenen möglichſt verdeckten Stelle, von Latrinen und Verbandplätzen. Auf die Latrinen muß beſonders geachtet werden; ſie müſſen weit von der Batterie entfernt angelegt werden und beſtehen aus einer Grube oder einem Graben, die man, wenn ſie voll ſind, zuſchüttet. Zur Beſeitigung des ſchlechten Geruches ſind ſie mit ungelöſchtem Kalk zu beſtreuen.

Die Blindagen in den Batterien müſſen für den Ruheaufenthalt, als Schutz gegen Regen und Schnee und gegen feind-

Digitized by

liches Feuer eingerichtet werden. Die Reservemannschaften werden ferner verwendet zum Fortschaffen der Verwundeten und Todten aus der Batterie, zur Ausbesserung der durch feindliches Feuer verursachten Beschädigungen und zum Ersatz des Ausfalls bei der Geschützbedienung. Sie müssen auch die Wasserkübel und Eimer die Gefäße zum Heranschaffen sowie die Kessel zum Anwärmen oder Kochen der Verpflegung, die Krankentragen und einige Verbandmittel in Ordnung halten; ferner die Spaten (etwa 4), die Beile, Faschinen, Sandsäcke, Bretter und anderes Batteriebaumaterial. Außerdem müssen zur Hand sein für die Ausbesserung der Bettungen: Vorraths-Bettungsbohlen, Pflöcke, Faschinenpfähle, Nägel; ferner Material zum Einfetten und Reinigen der Geschütze, Handhabungsgeräthschaften, z. B. Geleisebretter, Unterlagen, Hebebäume, Wagenwinden u. a. Zur Erwärmung der Mannschaften bei Kälte und Regenwetter werden die Batterien zweckmäßig mit Samowars und Theekesseln ausgestattet, die Untertreträume mit Thüren, tragbaren eisernen Oefen und Decken versehen. Sind wenig oder gar keine Untertreträume vorhanden, so ist es die wichtigste Arbeit für die Reservemannschaften, unterstützt von der Bedienung, solche nach Anweisung des Batteriekommandeurs einzurichten. Unter den Reservemannschaften muß für jede Batterie ein Telephonist (zugleich Signalist) vorhanden sein, auf zwei oder mehr Batterien ein Lazarethgehülfe mit Medikamenten und einige Krankenträger, sowie ein Schlosser mit den nöthigen Instrumenten. Schließlich müssen auch Leute aus der Reserve zum Avertiren der auf die Batterien gerichteten feindlichen Schüsse durch Signal oder Stimme kommandirt werden.

In der Rubrik „Im Ganzen" findet sich das ganze zu einer Ablösung nöthige Personal; für den andauernden Dienst in den Zwischenbatterien genügt dies aber nicht, sondern sind drei Ablösungen erforderlich. Die eine befindet sich in der Batterie, ist dem feindlichen Feuer und aller Ungunst des Biwakslebens ausgesetzt und unterhält dabei Tag und Nacht das Feuer; ein solcher 24stündiger Aufenthalt in der Batterie läßt sich mit einer Wache, aber unter ganz anderen Verhältnissen, vergleichen. Hiernach muß man dieser Schicht, um sie gesund und bei Kräften zu erhalten, Ruhe gönnen; an ihre Stelle tritt also die zweite, während die dritte die Heranschaffung der Munition aus den Zwischendepots und dem Laboratorium, das Auswechseln von

Digitized by

Geſchützen und anderen Arbeiten beſorgt. Man kann ſich natürlich auf zwei Ablöſungen beſchränken, aber bei einem langen Feſtungskriege würden nach einigen Wochen die Leute ſo erſchöpft ſein, daß ſie, wenn es Noth thut, keine Energie mehr haben würden, auch würde bei einer bedeutenden Zahl Kranker, Todter oder Verwundeter Niemand für den Munitionstransport und zum Arbeitsdienſt vorhanden ſein. Man rechnet auch im Feſtungskriege für gewöhnlich bei allen Truppen, daß ein Drittel ſich in Stellung befindet und das Gefecht führt, ein Drittel ruht und ein Drittel auf Arbeit iſt. Dies muß auch für die Feſtungsartillerie der erſten Vertheidigungslinie gelten.

Alle Leute in den Batterien müſſen mit Gewehren und je 12 eingefetteten Patronen verſehen ſein, die ſie in den Taſchen aufbewahren; die Gewehre werden in der Nähe der Geſchütze zuſammengeſetzt.

In der erſten Periode der Einſchließung während ganzer Tage und dann während der Feuerpauſen wird in jeder Batterie eine Geſchützbedienung nebſt zugführendem Unteroffizier auf Wache kommandirt. Ihr Geſchütz muß zu ſofortigem Schießen bereit, ein Schrapnel nebſt Kartuſche und Schlagröhre zum Abfeuern fertig bei der Hand ſein. Daneben ſtehen ein oder zwei Mann als Poſten hinter der Deckung und beobachten mit bloßem Auge oder mit Doppelfernrohr aufmerkſam das Gelände vor der Batterie, alle Zugänge und Wege und unſere Vorpoſtenſtellung; wenn ſie irgend etwas Verdächtiges bemerken, rufen ſie den Unteroffizier. Dieſer ſieht ſelbſt zu und muß nun beurtheilen, ob die Sache ohne Bedeutung, ob eine weitere Beobachtung angezeigt, ob eine Meldung an den Batteriekommandeur nöthig iſt, oder ob ſofort gefeuert werden muß.

Damit der Unteroffizier im Stande ſei, dieſe Fragen richtig zu entſcheiden, ertheilt ihm der Batteriekommandeur Inſtruktion und Anweiſungen, wie er gegebenenfalls unter verſchiedenen Umſtänden zu verfahren hat. Das Gelände wird hierzu in Abſchnitte und Unterabſchnitte eingetheilt mit Bezug auf die Entfernungen und die verſchiedenen Geländegegenſtände, z. B. Wege, Gewäſſer, Höhen, Wälder, einzelne Bäume, Gebäude, Dörfer u. ſ. f.

Die Wichtigkeit der Beobachtung, hauptſächlich von Truppen und einzelnen Leuten, richtet ſich nach der Entfernung:

Digitized by

1. Ueber 3 Werſt bleiben einzelne Leute und Reiter, auch Gruppen von 10, falls ſie ſichtbar ſind, unbeachtet. Das Auftreten größerer feindlicher Abtheilungen wird dem Offizier gemeldet, und es wird (wenn die Entfernung es geſtattet) ein Schrapnelſchuß abgegeben; es wird verfolgt, von wo und wohin die Truppen gehen, und was ſie thun. Dies wird in das Batterietagebuch eingetragen und weiter gemeldet.

2. Auf 2 bis 3 Werſt. Einzelne Leute und Reiter ſowie kleine Gruppen werden beobachtet. Es wird aufgepaßt, was ſie thun und wohin ſie ſich wenden; Alles wird dem Offizier gemeldet. Auftretende Truppentheile werden in langſamem, wohlgezieltem Feuer mit Schrapnels beſchoſſen. Hierüber und über die Entdeckung etwaiger neu eröffneter feindlicher Batterien wird dem Batteriekommandeur Meldung gemacht.

3. Auf 1 bis 2 Werſt wird aus Feldkalibern auf Offiziere und Rekognoszirungsabtheilungen geſchoſſen; beim Erſcheinen irgend eines feindlichen Truppentheils wird ſtets ſofort mit Schrapnels gefeuert. Wird eine neugebaute feindliche Batterie entdeckt, ſo wird ſie ſogleich mit Granaten beſchoſſen, um ihre Entfernung und den richtigen Aufſatz und Seitenverſchiebung zu ermitteln. Auch muß bei jedem Geſchütz, das nach der neuen Batterie ſchießen kann, die bezügliche Richtung vor und hinter der Bettung mit Pfählen oder dgl. bezeichnet werden.

4. Auf 1 Werſt und darunter wird auf jeden Feind mit Schrapnels geſchoſſen. Bei Annäherung des Feindes bis auf 250 Sſaſhen wird aus allen leichten und Feldgeſchützen ohne Stellung des Zünders mit Schrapnels, oder, wenn ſolche vorhanden, mit Kartätſchen geſchoſſen. Das Auftreten einer ganzen feindlichen Truppe innerhalb einer Werſt iſt das Zeichen zum Alarm, der in allen Batterien aufgenommen wird, worauf alle Bedienungen an die Geſchütze treten und ein konzentrirtes Schnellfeuer auf die Truppe abgeben.

5. Beſondere Aufmerkſamkeit muß auf die Stellung der eigenen Truppen vorwärts und ſeitwärts der Forts und Batterien, ſowie auf die eigenen Vorpoſten gerichtet werden, damit dieſe nicht verſehentlich beſchoſſen werden. Das Feuer muß in Uebereinſtimmung mit den Bewegungen der eigenen Truppen und dem Gefecht abgegeben werden, wobei die natürliche Streuung in Betracht

Digitized by Google

zu ziehen ist, damit man nicht die eigenen Truppen bei ihrer Annäherung an den Feind trifft.

6. Bei Nacht und Nebel müssen die Posten in den Batterien aufmerksam auf jedes Geräusch horchen und sofort melden, wenn sie etwas hören oder Feuer sehen.

7. Im Allgemeinen muß man beachten, daß bei Nacht jedes Licht, auch die geringste Flamme, sehr weit zu sehen ist, und daher darf nicht einmal ein Streichholz offen angesteckt, es dürfen nur Blendlaternen angewendet werden. Namentlich bei Arbeiten mit Anhäufung einer großen Anzahl von Menschen ist jedes Licht und jedes Geräusch aufs Aeußerste zu vermeiden.

8. In Bezug auf die Infanterie der Besatzung ist ein gemeinsames Handeln von großer Wichtigkeit; die Aufstellung der Vorposten und der Reserven muß bekannt sein, über Signale, Parolen, Anrufe, über die Rückzugswege der Patrouillen und Schützenketten im Falle eines feindlichen Angriffs ist Verabredung zu treffen, damit diese beim Rückzuge nicht in das Artilleriefeuer gerathen.

In jeder Batterie hat der Kommandeur ein „Batterietagebuch" in vorgeschriebener Form zu führen; ein Auszug daraus ist in Form einer Meldung täglich bis 6 Uhr abends dem Gruppenkommandeur einzureichen, der ihn demnächst weitergiebt.

Die Batterien der Spezialreserven in den Sektoren dienen zur Verstärkung der Zwischenräume zwischen den Forts und werden in besonderen Batterien untergebracht, weshalb ihre Organisation ganz dieselbe ist, wie die der vorstehenden.

II. Organisation der Festungsbatterien in Werken permanenten Profils.

Diese Batterien unterscheiden sich von den vorher behandelten durch ihre größere Sicherheit vor einem Sturm, da die Werke, in denen sie sich befinden, tiefe Gräben mit Flankenvertheidigung, durch Kartätschfeuer aus Kaponnieren vor sich haben; auch sind in diesen Werken geräumige Munitionsmagazine vorhanden, aus denen der Empfang sich weit bequemer gestaltet. Außerdem sind nur wenig Mannschaften zur Reserve und zur Beobachtung nöthig, da mehrere Batterien auf einem Wall liegen. Diese Batterien unterscheiden sich voneinander durch ihre Lage und ihre Ziele. Jede Face und jede Flanke muß eine besondere Batterie bilden,

Digitized by

Tabelle II.

Geschützart und Kaliber	Zahl der Geschütze in einer Batterie	Personal für eine Ablösung								
		Bei den Geschützen			Zur Verwaltung der Munition	Zu Beobachtungsposten	Zur Reserve	Im Ganzen		
		Off.	Unt.	M.	M.	M.	M.	Off.	Unt.	M.
Leichte 8zöllige Kanone und 8zölliger Mörser C/67 und C/77.	4	1	2	24	2	1	2	1	2	29
	3	1	1	18	2	1	2	1	1	23
	2	1	1	12	2	1	2	1	1	17
Schwere und leichte 6zöllige Kanone, lange und kurze 24pfündige Kanone, 6zöllige Festungs- und Feldmörser C/67 und C/72	6	1	3	36	2	1	2	1	3	41
	5	1	2	30	2	1	2	1	2	35
	4	1	2	24	2	1	2	1	2	29
	3	1	1	18	2	1	1	1	1	22
	2	1	1	12	2	1	1	1	1	16
42-Linien-Kanone und 12pfündige eiserne Hinterladungs-Kanone	6	1	3	30	2	1	2	1	3	35
	5	1	2	25	2	1	2	1	2	30
	4	1	2	20	2	1	2	1	2	25
	3	1	1	15	2	1	1	1	1	19
	2	1	1	10	2	1	1	1	1	14

Digitized by Google

9pfündige und 4pfündige Kanone, schwere und leichte Feld-Kanone C/77, 12pfündige bronzene Vorderladungs-Kanone, 1/2pudiges Einhorn, 5- und 2pudiger glatter Mörser	8	1	4	28	2	1	2	1	4	30
	7	1	4	28	2	1	2	1	4	29
	6	1	3	24	2	1	2	1	3	25
	5	1	2	20	2	1	2	1	2	25
	4	1	2	16	2	1	2	1	2	21
	3	1	1	12	2	1	1	1	1	16
	2	1	1	8	2	1	1	1	1	12
6pfündiges (57 mm) Schnellfeuer-Feldgeschütz (System Nordenfelt)	6	1	3	30	2	1	2	1	3	35
	4	1	2	20	2	1	2	1	2	25
	2	1	1	10	2	1	1	1	1	14
1/2pudiger glatter Mörser	8	1	4	16	3	—	2	1	4	21
	6	1	3	12	3	—	2	1	3	17
	4	1	2	9	3	—	1	1	2	12

Digitized by Google

die zwar nicht vollkommen unabhängig ist, trotzdem aber ihre eigene Organisation besitzt. Dies ist nöthig, weil jede Linie ihr besonderes Gelände vor sich hat, zu dessen Schutz und Beherrschung sie bestimmt ist; sie muß es beobachten und die Verbindung mit den Nebenwerken aufrecht erhalten. Die gemeinsame Leitung aller Batterien eines Forts ist Sache des Gruppenkommandeurs. In der Hauptumwallung stehen die Batterien unter den Artilleriekommandeuren der Werke. In Fällen einer besonders starken Wirkung der Belagerungsartillerie, bei der das Artillerie-Material und -Personal des Forts sehr leiden würden, ist es vielleicht zweckmäßig, die Wallgeschütze des Forts zurückzuziehen und in Anschlußbatterien unterzubringen, wo sie dann nach Tabelle I ausgestattet werden müssen. Bei der Aufstellung auf offenem Wall, sowohl in den Forts wie bei der Sicherheitsarmirung der Hauptumwallung und einzelner Werke, wird die Besetzung mit Mannschaften schwächer sein können, wie Tabelle II zeigt.

Die gemeinsame Aufstellung der Batterien in ein und demselben Werke gestattet oft die Benutzung eines Ausgabemagazins für mehrere benachbarte Batterien, und daher bedarf man weniger Mannschaften für die Verwaltung der Munition. Für ein ganzes Fort, eine Front, ein Werk kann eine gemeinsame Ladestelle eingerichtet werden. Auch zu den äußeren Beobachtungsposten braucht man aus demselben Grunde weniger Leute. Die Zahl der Reservemannschaften kann möglichst gering angesetzt werden, weil Vieles von dem, was bei den Batterien unter I einzurichten ist, hier stets fertig ist.

Von dem in Tabelle II angegebenen Personal muß man in den Forts und sonstigen Werken vorderster Linie drei, in der Hauptumwallung und Werken zweiter Linie zwei, in einer Citadelle eine Ablösung haben. Alles bezieht sich jedoch nur auf die Geschütze auf offenem Wall (siehe unter III und IV).

Für nächtliche Kämpfe müssen in und neben jedem Fort Raketenbatterien mit Leuchtraketen vorhanden sein, in einigen der wichtigsten auch Apparate zur elektrischen Erleuchtung; über die hierfür nöthigen Mannschaften siehe unter V.

In allen in Tabelle II bezeichneten Batterien sollen überall in den Brustwehren bei jedem Geschütz Nischen für einige Geschosse

Digitized by Google

und Ladungen angebracht sein. Wo Kartuschen gefüllt oder abgewogen werden müssen (z. B. bei den Mörsern) muß in der Nähe eine Ladestelle vorhanden sein.

III. Organisation der Batterien gegen den Sturm (Faussebraie-Batterien) und der beweglichen, nur bei einem Angriff auf unsere Stellung auftretenden Batterien.

Da man auf dem Niederwall der Forts nur eine geringe Anzahl Geschütze von Feldkaliber aufstellt und sie längs des ganzen Werkes nach Bedarf zu je 2 oder 4 auf Bänken vertheilt, da diese Geschütze ferner nicht dauernd auf ihren Plätzen bleiben, sondern nur im Augenblick des Sturmes oder einer sonstigen Gefahr auf die Geschützbänke geschoben werden, so muß die Bedienung für sie anders berechnet werden wie für die Wallgeschütze. Zum Heraufschaffen aus den Kaponnieren auf den Niederwall und zum Herantragen der Munition aus weit abliegenden Magazinen sind mehr Mannschaften nöthig, als das Reglement für die Bedienung vorschreibt; denn die Kräfte von vier Mann werden kaum ausreichen, um ein Geschütz auf eine steile Rampe heraufzuschieben. Außerdem muß jedes Faussebraiegeschütz mit einer Protze ausgerüstet sein, während man sonst nur für mehrere Geschütze eine rechnet. Diese Protzen enthalten einige Geschosse der verschiedenen Arten und treten an Stelle der bei den übrigen Geschützen befindlichen Munitionsnischen. Zum raschen Heranschaffen der Munition muß man ferner einen Mann auf jedes Geschütz rechnen; denn für diese Geschütze ist Schnelligkeit das Haupterforderniß, und es darf daher nie an Munition fehlen. Dagegen bedarf man keiner äußeren Beobachter, da diese Geschütze nur auf kleine Entfernungen (bis etwa 500 Sſaſhen) und ausschließlich gegen Truppen feuern; die Beobachtung geschieht hier direkt durch die Zugführer.

Wird nächtliches Schießen befohlen, so geschieht dies nach Richtungen, die bei Tage bezeichnet werden, hauptsächlich nach den Angriffsstraßen, indem durch Aufsatzskala ein großer Raum unter Feuer genommen wird.

Die in Rede stehenden Batterien werden als zeitweilige nur aufgefahren bei Alarm oder auf besonderen Befehl, um feindlichen

Digitized by

Tabelle III.

Geschützart und Kaliber	Zahl der Geschütze in einer Batterie	Personal für eine Ablösung						
		Bei den Geschützen			Reserve zum Munit.-Transport	Im Ganzen		
		Off.	Unt.	Kan.	Kan.	Off.	Unt.	Kan.
9pfündige, 4pfündige Kanonen; schwere und leichte Feldgeschütze C/67 und C/77 . . .	6	1	3	36	6	1	3	42
	5	1	3	30	5	1	3	35
	4	1	2	24	4	1	2	28
	3	1	1	18	3	1	1	21
	2	1	1	12	2	1	1	14
6pfündige (57 mm) Schnellfeuer-Kanone System Nordenfelt in Feldlaffeten mit Protze (an der Laffete 8, in der Protze 80 Schuß) und 4-Linien-Kartätschgeschütz System Gatling mit Protze (an der Laffete 500, in der Protze 2000 Patronen).	6	1	3	24	6	1	3	30
	5	1	3	20	5	1	3	25
	4	1	2	16	4	1	2	20
	3	1	1	12	3	1	1	15
	2	1	1	8	2	1	1	10

Digitized by Google

Truppen in nächster Nähe entgegenzutreten. Man muß daher diese Geschütze vor dem feindlichen Feuer bis zum entscheidenden Augenblick schützen. Sie werden nach Möglichkeit in ein bis zwei Batterien unter Kommando je eines Offiziers vereinigt.

Die Bedienung muß sich während des Kriegszustandes in dem raschen Transport der Geschütze auf die Niederwälle und ihrer Aufstellung dort üben.

Unter einer Batterie sind hierbei alle in einer Reihe oder so nahe bei einander aufgestellten Geschütze verstanden, daß sie noch gemeinsam durch die Stimme kommandirt werden können.

Sämmtliche zu diesen Batterien abgetheilten Mannschaften, mit Ausnahme der Wachen, können zu Arbeiten innerhalb des Forts oder Werkes verwandt werden, wenn sie dabei so nahe bei ihren Geschützen bleiben, daß sie diese im Falle eines Alarms sofort herausschieben können.

IV. Organisation der Festungsbatterien zur Flankirung der Gräben der Forts und der Hauptumwallung, in Kaponnieren und Kasematten.

Diese Batterien sind auf die Gräben der permanenten Werke vertheilt und liegen in besonderen kasemattirten Bauten: Kaponnieren, Halbkaponnieren und Flankenbatterien. Ihr Zweck ist der Schutz kurzer Grabenstrecken durch Kartätschfeuer beim Sturm, beim Graben-Niedergang oder bei einer Eskaladirung der Brustwehr. Ihre Thätigkeit ist eine kurze, möglichst energische; andererseits kann es auch möglicherweise hierzu gar nicht kommen; daher kann die Zahl der Bedienungsmannschaften auf das Aeußerste beschränkt werden. Die Kartätschen und Kartuschen muß die Bedienung am Geschütz selbst stets zur Hand haben, um einige Schüsse so schnell als möglich abzugeben. Alle Kartätschbüchsen stehen daher auf der Bettung beim Geschütz und von den Kartuschen etwa 10 daneben in irgend einem Behälter, z. B. dem Verschlußkasten; ebenda werden auch die Schlagröhren niedergelegt.

Außerdem sind in diesen Batterien zur nächtlichen Erleuchtung der Gräben Fackeln, Pechkränze, Leuchtfeuer und Petroleum zum Tränken der ersteren, sowie Laternen vorräthig zu halten.

Digitized by

Von der Bedienung bleiben bei Tage nur Wachtposten in den Kaponnieren, der Rest kann zum Arbeitsdienste innerhalb des Forts, der Front oder des Werkes verwendet werden; bei Alarm versammeln sich Alle bei der Batterie. In der Nacht schläft die Bedienung bei den Geschützen, mit Ausnahme von Posten auf dem Niederwall und in den Kasematten.

In den Forts und sonstigen detachirten Werken müssen für diese Batterien zwei Ablösungen vorhanden sein, innerhalb der Hauptumwallung genügt eine. Das Kommando übernehmen Unteroffiziere, und zwar einer in jeder Kaponniere, Halbkaponniere oder Flankenbatterie, ohne Rücksicht auf die Zahl der Geschütze.

Tabelle IV.

Geschützart und Kaliber	Zahl der Geschütze in einer Batterie	Personal für eine Ablösung Kan.
9pfündige und 4pfündige Hinterlade-Kanonen, 12pfündige gezogene Vorderlade-Kanonen, 1/2pudige glatte bronzene Einhörner, 24pfündige glatte gußeiserne Karronaden	6	24
	4	16
	3	12
	2	8
12pfündige gußeiserne Hinterlade-Kanonen . . .	4	20
	3	15
	2	10
6pfündige Schnellfeuer-Kanonen (57 mm), System Nordenfelt, in Kasematten- oder Feldlaffeten mit je 100 Patronen am Geschütz	6	24
	5	20
	4	16
	3	12
	2	8

Aus der Bedienung werden Tag und Nacht Beobachtungsposten entnommen, die von den Kasematten aus den Graben unter Augen nehmen, auch werden oben auf den Kaponnieren oder auf

Digitized by Google

den Wällen Posten aufgestellt, um aufzupassen, wenn der Feind in den Graben niedersteigt, und hiervon Zeichen nach der Kasematte zu geben.

Aus der angegebenen Zahl der Bedienungsmannschaften müssen auch die zur Erleuchtung der vor den Flankenbatterien gelegenen Grabentheile nöthigen Leute entnommen werden. Diese Erleuchtung kann durch Herabwerfen angezündeter Leuchtfackeln oder Pechkränze oder durch Aufstellung von Wallampen in den Scharten oder auf andere Weise bewirkt werden. Es ist vortheilhaft, die Lichtquellen in den ausspringenden Winkeln anzubringen, entfernt von den Geschützen, damit der Angreifer sich zwischen Geschütz und Lichtquelle befindet. Das Schießen aus den Kaponnieren muß sehr schnell und ohne Unterbrechung geschehen. Für jede Festung muß ein Plan ausgearbeitet und durch umfassende Versuche erprobt werden, wie die verschiedenen Erleuchtungsmittel anzuwenden sind. Diese Frage ist bis jetzt noch ungelöst.

V. Organisation der verschiedenen Spezial- und Ergänzungskommandos.

1. Die Leuchtraketen-Batterien dienen zur Erleuchtung des Geländes bis 500 Sashen. Sie bestehen aus sechs Raketengestellen nebst Zubehör und sind mit 300 dreizölligen Leuchtraketen ausgerüstet. Um sie, wenn es Noth thut, rasch auf einen beliebigen Punkt der vorderen Linie oder der Vorpostenkette zu schaffen, können je zwei Gestelle nebst Zubehör und 10 Raketen auf einen Karren verladen werden, der durch Mannschaften geschoben wird. Zur Besetzung einer Batterie gehören 1 Offizier, 2 Unteroffiziere, 30 Mann zur Bedienung, 1 Unteroffizier, 2 Mann zur Reserve; sie kann auch in zwei Halbbatterien unter Kommando von Unteroffizieren getheilt werden.

2. Die elektrischen Beleuchtungsapparate dienen zur Beleuchtung des Geländes von 1000 bis 1500 Sashen. — Jeder Apparat besteht aus einer Lokomobile mit Dynamomaschine, einem Projektor, einem Gestell mit kleinen Projektoren und verschiedenem Zubehör; auch gehören dazu fahrbare Wasserbehälter und Fahrzeuge mit Holz und Kohlen. Zur unmittelbaren Bedienung eines Apparats gehören 1 Offizier, 3 Unteroffiziere, 8 Mann, außerdem 1 Unteroffizier, 12 Mann zur Heranschaffung von Wasser und

Digitized by Google

Feuerungsmaterial. Soll der Apparat seinen Platz wechseln, so sind hierzu noch etwa 100 besondere Arbeiter nöthig.

3. An Telephonen sind zu unterscheiden: ständige, die zum Ressort des Ingenieurwesens gehören, und fliegende, wie sie die Artillerie in den Batterien braucht. Zur Bedienung einer solchen fliegenden Linie sind auf jeder Endstation zwei Mann mit drei Ablösungen, also zusammen sechs Mann, erforderlich.

4. Beobachtungsstände und Fesselballons. Für jede Stelle sind drei Mann in drei Ablösungen, also zusammen neun, erforderlich: einer zum Beobachten, einer zum Signalisiren bezw. Telephoniren und einer zum Ueberschicken schriftlicher Meldungen und zu anderen Hülfsleistungen.

5. Zur Beleuchtung des Innern und der Gräben ist für jede Leuchtfackel, jeden Leuchtkranz und jedes Pillenlicht ein Mann zu bestimmen; die Leute für die ersteren beiden mit Petroleum und einem Beil versehen; für je zwei Pillenlichte muß ein Reservemann vorhanden sein zum Abplatten und Anstecken derselben.

6. Zum Werfen 3pfündiger Handgranaten an Stellen, die nicht vom Geschützfeuer bestrichen werden oder im todten Winkel liegen. Man rechnet auf eine Länge von 30 Sſaſhen drei Punkte, von denen aus geworfen wird, und 50 Granaten. Hierzu 1 Unteroffizier 6 Mann und 3 Mann zum Heranschaffen von Munition.

7. Für die Eisenbahnen rechnet man auf jede Werst 1 Mann, womöglich einen Schlosser; für jede Linie außerdem als Aufsichtspersonal 1 Offizier, 1 Unteroffizier, 2 Mann. Für verlegbare Feldeisenbahnen sind noch mehr Bahnwärter erforderlich.

8. Zu den Feuerwerksarbeiten werden die sämmtlichen etatsmäßigen 10 „Laboratoristen" und die 10 Laboratoristenlehrlinge jeder Festungsartillerie-Kompagnie herangezogen und auf das Haupt- und die Spezial-Laboratorien vertheilt. Als Aufsichtspersonal in jedem derselben fungiren 1 Offizier, 2 Unteroffiziere, 4 Mann.

Außer den hier angeführten Spezialkommandos können auch noch andere vorkommen, z. B. zur Bedienung von Heliographen, Entfernungsmessern u. dgl. Für alle solche besonderen Dienst-

Digitized by Google

verrichtungen müssen besondere Leute ausgeworfen sein, sie dürfen nicht etwa aus den für die Batterien bestimmten entnommen werden. Diese Mannschaften müssen für ihre Verrichtungen ausgebildet und dementsprechend ausgewählt werden, z. B. Schlosser und Schmiede für die Eisenbahnen und elektrischen Leuchtapparate, auch werden vorzugsweise solche Leute hierzu zu nehmen sein, die lesen und schreiben können.

Grundsätze für das Schießen aus Festungsbatterien.

Jede Batterie kann, bei Anwendung von Doppelbettungen, einen Raum von 30° beiderseits der Hauptdirektion unter Feuer nehmen. Welches Ziel innerhalb desselben sie beschießen soll, wird höheren Orts bestimmt.

Die verschiedenen Geschoßarten für die einzelnen Festungsgeschütze sind in der zum Schluß mitgetheilten Tabelle V aufgeführt, aus welcher auch die Ladungen und die Maximal-Schußweiten hervorgehen.

Mit Granaten (bei der Festungsartillerie „Bomben" genannt) schießt man gegen Belagerungsartillerie, Feldartillerie hinter Deckungen, besetzte Dörfer und Wälder; mit Schrapnels gegen ungedeckt auftretende Truppen, zuweilen auch gegen solche in Gräben und Verschanzungen; mit Kartätschen, falls welche vorhanden sind, nur gegen stürmende Truppen auf Entfernungen unter 200 Sfaschen.

Die Festungsartillerie schießt bei Tage über die eigenen Truppen und Festungswerke hinweg, wenn der Feind sich diesen nicht bis auf 100 Sfaschen genähert hat; dann aber muß das Feuer eingestellt werden. Wenn sich im wirksamen Schußbereich der Batterien ungedeckte feindliche Truppen zeigen, so haben jene ihre bisherigen Ziele aufzugeben und sich mit Schrapnels gegen diese zu wenden; nach deren Verschwinden nehmen sie das Feuer gegen ihre alten Ziele wieder auf. Die Geschütze von der Hauptumwallung feuern jedoch erst auf besonderen Befehl.

Bei einem Sturme feuern die Batterien gegen die Angreifer so lange als möglich (d. h. durch Scharten bis 300 Sfaschen, über Bank bis unmittelbar vor der Batterie); hierauf greift die Bedienung zu den Gewehren, giebt auf Kommando einige Salven ab und geht dann mit gefälltem Gewehr den Stürmenden entgegen.

Digitized by Google

Tabelle V.

Geschützart und Kaliber	Geschoßart (Länge der Granaten in Kalibern)	Abgerundetes Gewicht des Geschosses	Pulverforte	Gewicht der Ladung	Maximalschußweite		
					Granaten	Schrapnels	Kartätschen
				Pfund	Ssashen		
8zöllige leichte Kanone C/67	Granate, $2^1/_2$ Kal.	5 Pud	Prismatisches	19	2500		
	" $2^1/_4$ "	5 "	"	19	2500		
	" $2^3/_4$ "	5 "	"	18	700		
8zöllige leichte Kanone C/77	Granate, $2^1/_2$ Kal.	5 "	"	19	330		
6zöllige schwere Kanone C/77 (190 Pud)	Granate, $2^1/_2$ Kal.	2 "	"	21	4200		
	Centralkammer-Schrapnel	2 "	"	18		1900	
6zöllige leichte Kanone C/77 (120 Pud)	Granate, $2^1/_2$ Kal.	2 "	Grobkörniges	$8^1/_2$	3000		
	Centralkammer-Schrapnel	2 "	"	$8^1/_2$		1800	
Stählerne 42 Linien-Kanone C/77	Granate, $3^1/_4$ Kal.	1 "	"	8	4000		
	Schrapnel	1 "	"	7		1900	
Gußeiserner kurzer 24 Pfünder C/67	Granate, $2^1/_2$ Kal.	2 "	Geschütz-	4	1800		
	Schrapnel	2 "	"	4		1200	

Digitized by Google

Fortsetzung von Tabelle V.

Geschützart und Kaliber	Geschoßart (Länge der Granaten in Kalibern)	Abgerundetes Gewicht des Geschosses	Pulversorte	Gewicht der Ladung	Maximalschußweite		
					Granaten	Schrapnels	Kartätschen
				Pfund	Ssashen		
Gußeiserner 12Pfünder C/67	Granate, 2 Kal.	1 Pud	Geschütz-	$2^1/_2$	2300		
	Schrapnel	1 "	"	$2^1/_2$		1500	
9pfündiges Feldgeschütz C/67	Granate, 2 Kal.	30 Pfund	"	3	2000		
	Schrapnel	30 "	"	3		1000	
	Kartätsche	25 "	"	3			200
4pfündiges Feldgeschütz C/67	Granate, 2 Kal.	15 "	"	$1^1/_2$	1500		
	Schrapnel	15 "	"	$1^1/_2$		1000	
	Kartätsche	15 "	"	$1^1/_2$			200
Gußeiserner 8zölliger Mörser C/77	Granate, $2^1/_2$ Kal.	5 Pud	Grobkörniges	10	1500		
Gußeiserner 8zölliger Mörser C/67	Granate, $2^1/_2$—$2^1/_4$ K.	5 "	"	14	2200		
Bronzener 6zölliger Mörser C/67	Granate, $2^1/_2$ Kal.	2 "	Geschütz-	6	1800		
Glatte 5- und 2pudige Mörser	Runde Bomben	5 u. 2 Pud	"	verschieden	600		150
Kartätschgeschütze	Infanterie-Patronen				700		

Digitized by Google

Tabelle V.

Geschützart und Kaliber	Geschoßart (Länge der Granaten in Kalibern)	Abgerundetes Gewicht des Geschosses	Pulversorte	Gewicht der Ladung	Maximalschußweite		
					Granaten	Schrapnels	Kartätschen
				Pfund	Sashen		
8zöllige leichte Kanone C/67	Granate, $2^1/_2$ Kal.	5 Pud	Prismatisches	19	2500		
	" $2^1/_4$ "	5 "	"	19	2500		
	" $2^3/_4$ "	5 "	"	18	700		
8zöllige leichte Kanone C/77	Granate, $2^1/_2$ Kal.	5 "	"	19	330		
6zöllige schwere Kanone C/77 (190 Pud)	Granate, $2^1/_2$ Kal.	2 "	"	21	4200		
	Centralkammer-Schrapnel	2 "	"	18		1900	
6zöllige leichte Kanone C/77 (120 Pud)	Granate, $2^1/_2$ Kal.	2 "	Grobkörniges	$8^1/_2$	3000		
	Centralkammer-Schrapnel	2 "	"	$8^1/_2$		1800	
Stählerne 42 Linien-Kanone C/77	Granate, $3^1/_4$ Kal.	1 "	"	8	4000		
	Schrapnel	1 "	"	7		1900	
Gußeiserner kurzer 24Pfünder C/67	Granate, $2^1/_2$ Kal.	2 "	Geschütz-	4	1800		
	Schrapnel	2 "	"	4		1200	

Digitized by Google

Fortsetzung von Tabelle V.

Geschützart und Kaliber	Geschoßart (Länge der Granaten in Kalibern)	Abgerundetes Gewicht des Geschosses	Pulversorte	Gewicht der Ladung	Maximalschußweite		
					Granaten	Schrapnels	Kartätschen
				Pfund	Sashen		
Gußeiserner 12Pfünder C/67	Granate, 2 Kal.	1 Pud	Geschütz-	$2^1/_2$	2300		
	Schrapnel	1 "	"	$2^1/_2$		1500	
9pfündiges Feldgeschütz C/67	Granate, 2 Kal.	30 Pfund	"	3	2000		
	Schrapnel	30 "	"	3		1000	
	Kartätsche	25 "	"	3			200
4pfündiges Feldgeschütz C/67	Granate, 2 Kal.	15 "	"	$1^1/_2$	1500		
	Schrapnel	15 "	"	$1^1/_2$		1000	
	Kartätsche	15 "	"	$1^1/_2$			200
Gußeiserner 8zölliger Mörser C/77	Granate, $2^1/_2$ Kal.	5 Pud	Grobkörniges	10	1500		
Gußeiserner 8zölliger Mörser C/67	Granate, $2^1/_2$—$2^1/_4$ K.	5 "	"	14	2200		
Bronzener 6zölliger Mörser C/67	Granate, $2^1/_2$ Kal.	2 "	Geschütz-	6	1800		
Glatte 5- und 2pudige Mörser	Runde Bomben	5 u. 2 Pud	"	verschieden	600		150
Kartätschgeschütze	Infanterie-Patronen				700		

Digitized by Google

XXI.

Die Hyperbel als balliſtiſche Kurve.

Von

E. Oekinghaus,

Lehrer an der Königlichen Baugewerkſchule in Königsberg i. Pr.

[Fortſetzung.]

XXXI. Berechnung der Elemente der balliſtiſchen Kurve aus drei Beobachtungen.

Die bisher durchgeführten Rechnungen über die balliſtiſch-hyperboliſche Wurfbewegung ließen im Ganzen ein verhältnißmäßig günſtiges Urtheil zu über die Konformität beider Bewegungen, ſoweit letztere für den Anfangs- und Endzuſtand durch die Beobachtung kontrolirt werden konnten. Wenn nun auch dieſe durch einen weiten Zwiſchenraum voneinander getrennten Bewegungsmomente mit der Erfahrung identiſch ſein ſollten, ſo iſt damit noch nicht bewieſen, daß dieſe Identität zwiſchen der Theorie und der Beobachtung auch für alle übrigen Punkte der Bahn gilt; denn es können ſehr wohl zwei dieſelbe Bahn verfolgende Körper gleichzeitig durch zwei feſte Punkte hindurchgehen, ohne deshalb auch die übrigen gleichzeitig zu paſſiren. Es tritt alſo die Nothwendigkeit zu Tage, zu unterſuchen, ob die Hyperbel der Forderung der Identität der Bewegung für alle Punkte der balliſtiſchen Kurve genügt. Wir können annehmen, daß dies der Fall ſein wird, wenn die für beliebige Diſtanzen oder Schußweiten errechneten Flughöhen ſich mit den beobachteten decken. Hierzu bedarf es der Kenntniß der Kurvenelemente, worunter wir die Anfangsgeſchwindigkeit, den Abgangswinkel und die Widerſtandskonſtante der Luft zu Anfang der Bewegung verſtehen. Demzufolge haben wir dieſe Beſtimmungsſtücke lediglich aus

Digitized by Google

Beobachtungen abzuleiten, deren Genauigkeit zugleich das Maß der Sicherheit bietet, dessen es bedarf, um über die Zulässigkeit einer Hypothese ein entscheidendes Urtheil zu gewinnen. Die nachfolgenden theoretischen Bestimmungen erhalten also in ihrer Anwendung auf die Erfahrung durch die letztere die nothwendige Kritik, und zwar die denkbar schärfste, weil diese Art der Rechnung alle willkürlichen Konstanten ausschließt.

Zunächst erinnern wir an den bekannten Satz, daß ein Kegelschnitt durch fünf seiner Punkte bestimmt ist.

In unserer Hyperbel ist der Anfangspunkt von vornherein gegeben. Da ferner der Endpunkt in der vom Anfangspunkte auf die lothrechte Asymptote gefällten Normalen liegt, so ist vermöge dieser Lage der geometrische Ort dieses zweiten Punktes bekannt.

Es sind also noch drei Punkte zur vollständigen Bestimmung der Kurve nothwendig und hinreichend. Wir nennen sie $x_1\ y_1$, $x_2\ y_2$, $x_3\ y_3$, die als Koordinaten des Geschosses auf den Mündungshorizont bezogen sind.

Wir ändern die Kurvengleichung 90) um in die folgende Form

$$\tfrac{4}{3}\frac{U_o}{g}x_1 = \frac{2v_o^2}{g}\cos\alpha^2 - \frac{x_1^2}{x_1\ \mathrm{tg}\ \alpha - y_1}.$$

Für einen zweiten und dritten Punkt haben wir

$$\tfrac{4}{3}\frac{U_o}{g}x_2 = \frac{2v_o^2}{g}\cos\alpha^2 - \frac{x_2^2}{x_2\ \mathrm{tg}\ \alpha - y_2},$$

$$\tfrac{4}{3}\frac{U_o}{g}x_3 = \frac{2v_o^2}{g}\cos\alpha^2 - \frac{x_3^2}{x_3\ \mathrm{tg}\ \alpha - y_3}.$$

Aus den beiden ersten folgt durch Division

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{2v_o^2}{g}\cos\alpha^2 - \frac{x_1^2}{x_1\ \mathrm{tg}\ \alpha - y_1}}{\frac{2v_o^2}{g}\cos\alpha^2 - \frac{x_2^2}{x_2\ \mathrm{tg}\ \alpha - y_2}}.$$

Indem wir die beiden letzten Relationen in gleicher Weise verbinden, erhalten wir die neue

$$\frac{2v_o^2}{g}\cos\alpha^2 = \frac{x_2\,(x_2\,y_1 - x_1\,y_2)}{(x_2 - x_1)\,(x_1\ \mathrm{tg}\,\alpha - y_1)\,(x_2\ \mathrm{tg}\,\alpha - y_2)}$$

$$= \frac{x_3\,(x_3\,y_1 - x_1\,y_3)}{(x_3 - x_1)\,(x_1\ \mathrm{tg}\,\alpha - y_1)\,(x_3\ \mathrm{tg}\,\alpha - y_3)},$$

Digitized by Google

und damit auch die Gleichung für tg α

$$A \operatorname{tg} \alpha^2 - B \operatorname{tg} \alpha + C = 0,$$

worin A B C Funktionen von x y sind.

Vertauschen wir in der vorstehenden Gleichung x_1 y_1 mit x_2 y_2 und umgekehrt, so resultirt

$$- A \operatorname{tg} \alpha^2 - B' \operatorname{tg} \alpha + C' = 0.$$

Die Addition beider Gleichungen eliminirt das erste Glied, und man erhält nach einigen Reduktionen die wichtige Formel

311) $$\operatorname{tg} \alpha = - \frac{y_1 y_2 (x_1 - x_2) x_3^2 + y_2 y_3 (x_2 - x_3) x_1^2 + y_3 y_1 (x_3 - x_1) x_2^2}{x_1 x_2 x_3 (y_1 (x_2 - x_3) + y_2 (x_3 - x_1) + y_3 (x_1 - x_2))}.$$

Nunmehr können wir nach dem Obigen den folgenden Ausdruck berechnen:

312) $$\frac{2 v^2}{g} \cos \alpha^2 = \frac{x_1^2 x_2^2 x_3^3 [y_1 (x_2 - x_3) + y_2 (x_3 - x_1) + y_3 (x_1 - x_2)]^2}{(x_1 - x_2)(x_2 - x_3)(x_3 - x_1)(x_1 y_2 - y_2 y_1)(x_2 y_3 - x_3 y_2)(x_3 y_1 - x_1 y_3)}$$

und endlich

313) $$\frac{4}{3} \frac{U_o}{g} \cos \alpha =$$

$$\frac{x_1^2 x_2^2 x_3^2 \left(y_1 (x_2 - x_3) + y_2 (x_3 - x_1) + y_3 (x_1 - x_2)\right) \left(\frac{y_1}{x_1} (x_2 - x_3) + \frac{y_2}{x_2} (x_3 - x_1) + \frac{y_3}{x_3} (x_1 - x_2)\right)}{(x_1 - x_2)(x_2 - x_3)(x_3 - x_1)(x_1 y_2 - x_2 y_1)(x_2 y_3 - x_3 y_2)(x_3 y_1 - x_1 y_3)}$$

Diese bemerkenswerthen Fundamentalgleichungen gestatten die Berechnung des Erhöhungs- (Abgangs-) winkels, der Anfangsgeschwindigkeit und der Beschleunigungskonstante der Bewegung aus den gemessenen Koordinaten dreier beliebiger Kurvenpunkte der Geschoßbahn.

Um sie etwas zu vereinfachen und für den praktischen Gebrauch bequemer zu machen, nehmen wir an, daß die horizontalen Abstände x_1 x_2 x_3 der Durchschlagspunkte durch

$$x_1 \quad 2 x_1 \quad 3 x_1$$

bestimmt sind. Damit erhalten wir die folgenden einfacheren Ausdrücke:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{9 y_1 y_2 + y_2 y_3 - 8 y_1 y_3}{6 x_1 (2 y_2 - y_1 - y_3)},$$

314) $$\frac{v_o^2}{g} \cos \alpha^2 = \frac{9 x_1^2 (2 y_2 - y_1 - y_3)^2}{(2 y_1 - y_2)(3 y_2 - 2 y_3)(3 y_1 - y_3)},$$

$$\frac{4}{3} \frac{U_o}{g} \cos \alpha = \frac{6 x_1 (2 y_2 - y_1 - y_3)(3 y_2 - 3 y_1 - y_3)}{(2 y_1 - y_2)(3 y_2 - 2 y_3)(3 y_1 - y_3)}.$$

Digitized by Google

Hieran schließt sich

$$\frac{v_o}{U_o} = \frac{\frac{2}{3}\sqrt{\frac{1}{g}(2y_1 - y_2)(3y_2 - 2y_3)(3y_1 - y_3)}}{3y_2 - 3y_1 - y_3}.$$

Die Zeit der Bewegung bis zum Punkt x y ergiebt sich nach 98) aus

315) $$t = \frac{3v_o}{U_o}\left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{x(3y_2 - 3y_1 - y_3}{3x_1(2y_2 - y_1 - y_3)}}} - 1\right).$$

Die Flugzeiten sind der Reihe nach

316)
$$t_1 = \frac{3v_o}{U_o}\left(\sqrt{\frac{3(2y_2 - y_1 - y_3)}{3y_2 - 2y_3}} - 1\right),$$
$$t_2 = \frac{3v_o}{U_o}\left(\sqrt{\frac{3(2y_2 - y_1 - y_3)}{3y_1 - y_3}} - 1\right),$$
$$t_3 = \frac{3v_o}{U_o}\left(\sqrt{\frac{3(2y_2 - y_1 - y_3)}{6y_1 - 3y_2}} - 1\right),$$
$$t_4 = \frac{3v_o}{U_o}\left(\sqrt{\frac{3(2y_2 - y_1 - y_3)}{9y_1 - 6y_2 + y_3}} - 1\right) \text{ u. s. w.}$$

Die Wurfweite ergiebt sich aus der Formel

$$W = \frac{\frac{2v_o^2}{g}\cos\alpha^2 \operatorname{tg}\alpha}{1 + \frac{1}{2}\frac{U_o}{g}\cos\alpha \cdot \operatorname{tg}\alpha},$$

und ist

$$W = \frac{3x_1(2y_2 - y_1 - y_3)(y_2(y_1 + y_3) - 8y_1(y_3 - y_2))}{(2y_1 - y_2)(3y_2 - 2y_3)(3y_1 - y_3) + (3y_2 - 3y_1 - y_3)(y_2(y_1 + y_3) - 8y_1(y_3 - y_2))}.$$

Der Nenner dieses Bruches kann, wie folgt, geschrieben werden:

$$3(2y_2 - y_1 - y_3)(y_2 y_3 - 4y_1 y_3 + 3y_1 y_2),$$

mithin ist

317) $$W = x_1 \cdot \frac{(y_2 y_3 - 8y_1 y_3 + 9y_1 y_2)}{y_2 y_3 - 4y_1 y_3 + 3y_1 y_2}.$$

In gleicher Weise bestimmen wir den Fallwinkel vermittelst

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{2v_o^2 \cos\alpha^2}{g}\frac{\operatorname{tg}\alpha^2}{W},$$

Digitized by Google

318) $$\operatorname{tg}\beta = \frac{(y_2 y_3 - 8 y_1 y_3 + 9 y_1 y_2)\ (y_2 y_3 - 4 y_1 y_3 + 3 y_1 y_2)}{2 x_1\ (2 y_1 - y_2)\ (3 y_2 - 2 y_3)\ (3 y_1 - y_3)}.$$

Ferner die Gleichung der Kurve:

319) $$6 x_1\ (2 y_2 - y_1 - y_3)\ y$$
$$= (y_2 y_3 - 8 y_1 y_3 + 9 y_1 y_2)\ x - \frac{x^2 (2 y_1 - y_2)(3 y_2 - 2 y_3)(3 y_1 - y_3)}{3 x_1 (2 y_2 - y_1 - y_3) - x (3 y_2 - 3 y_1 - y_3}$$

wo x y die laufenden Koordinaten sind.

Die Scheitelabscisse und -Ordinate nebst Endgeschwindigkeit folgen aus

320) $$X = \frac{3 x_1\ (2 y_2 - y_1 - y_3)}{3 y_2 - 3 y_1 - y_3}\left(1 - \sqrt{\frac{(2 y_1 - y_2)\ (3 y_2 - 2 y_3)\ (3 y_1 - y_3)}{3\ (2 y_2 - y_1 - y_3)\ (y_2 y_3 - 4 y_1 y_3 + 3 y_1}}\right.$$

$$Y = \frac{(2 y_1 - y_2)\ (3 y_2 - 2 y_3)\ (3 y_1 - y_3)}{2\ (3 y_2 - 3 y_1 - y_3)^2}$$

$$\left(\sqrt{\frac{3\ (2 y_2 - y_1 - y_3)\ (y_2 y_3 - 4 y_1 y_3 + 3 y_1 y_2)}{(2 y_1 - y_2)\ (3 y_2 - 2 y_3)\ (3 y_1 - y_3)}} - 1\right)^2.$$

$$v_e \sin\beta = \frac{y_2 y_3 - 8 y_1 y_3 + 9 y_1 y_2}{\sqrt{\frac{12}{g}\ (2 y_2 - y_1 - y_3)\ (y_2 y_3 - 4 y_1 y_3 + 3 y_1 y_2)}}$$

und die horizontale Endgeschwindigkeit in der Visirschußweite

$$v_e \cos\beta = \frac{x_1\ (2 y_1 - y_2)\ (3 y_2 - 2 y_3)\ (3 y_1 - y_3)}{\sqrt{\frac{3}{g}\ (y_2 y_3 - 4 y_1 y_3 + 3 y_1 y_2)^3\ (2 y_2 - y_1 - y_3)}}.$$

Mit Hülfe dieser Gleichungen wollen wir die Elemente der Bewegung des Geschosses des deutschen Infanteriegewehrs M/88 berechnen.

Die Schießvorschrift für die Infanterie, Berlin 1889, giebt auf Seite 18 und 19 als Schußleistungen dieses Gewehrs die mittleren Flughöhen der Geschosse über der wagerechten Visirlinie, und zwar für die Entfernungen von 450 bis 2050 m. Aus diesen Bestimmungen greifen wir die Entfernung 1000 m heraus und notiren für die bezüglichen Schußweiten

$$x_1 = 200, \quad x_2 = 400, \quad x_3 = 600 \text{ m},$$

die bezüglichen

$$y_1 = 5{,}4, \quad y_2 = 9{,}2, \quad y_3 = 10{,}2 \text{ m}.$$

Die hiernach berechneten Werthe sind

$$\operatorname{tg} \alpha = 0{,}02985, \quad \alpha = 1^\circ\, 42'\, 40''$$

$$v_0 \cos \alpha = 640 \text{ m, oder nahezu } v_0 = 640 \text{ m,}$$

$$\tfrac{1}{3} \frac{U_0}{g} \cos \alpha = 58{,}332, \text{ oder } U_0 = 437{,}4 \text{ m.}$$

Die Schießvorschrift giebt die Geschwindigkeit des Geschosses 25 m vor der Mündung im Durchschnitt auf 620 m an, an der Mündung wird sie also etwas größer sein, und es scheint der oben berechnete Werth von 640 m der Wahrheit ziemlich nahe zu kommen.

Um ein allgemeines Urtheil über die Geschoßbahn zu erhalten, gehen wir auf die Hauptformel für $\operatorname{tg} \alpha$ zurück und ermitteln für die gegebenen Werthe

$$\begin{matrix} x_1 & 2x_1 & 4x_1 \\ y_1 & y_2 & y_4 \end{matrix}$$

die Gleichung

321) $$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8y_1 y_2 + y_2 y_4 - 6y_1 y_4}{4x_1 (3y_2 - 2y_1 - y_4)}.$$

Indem wir nun diese mit der früheren für $\operatorname{tg} \alpha$ vereinigen, erhalten wir

322) $$y_4 = \frac{2 (8y_1 y_3 - 3y_1 y_2 - 3y_2 y_3)}{9y_1 - 6y_2 + y_3},$$

und man kann hiernach aus drei Ordinaten der Geschoßbahn die vierte berechnen, vorausgesetzt, daß die Schußweiten $x_1\ x_2\ x_3\ x_4$ in der arithmetischen Folge $x_1\ 2x_1\ 3x_1\ 4x_1$ abgemessen sind, und die entsprechenden y sich auf den Mündungshorizont beziehen. Die Formel enthält keine Konstante und ergiebt den strengen Nachweis, ob die wirkliche Bewegung des Geschosses sich mit der durch die Formel charakterisirten hyperbolischen deckt. Dies wird der Fall sein, wenn die errechneten Ordinaten y_4 mit den beobachteten übereinstimmen. Wir entnehmen der genannten preußischen Schießvorschrift für die Infanterie folgende Data:

m	y_1	y_2	y_3	y_4	y_4 (berech.)
700	1,5	2,7	3,5	3,8	3,75
800	1,9	3,5	4,7	5,4	5,35
1000	2,8	5,4	7,6	9,2	8,8
1200	8	14	17	16	14
1300	5	9	13	16	17
1500	12	22	29	32	31,2

Digitized by Google

Diese Tabelle sagt, daß z. B. beim Visirschuß von 700 m die Durchschlagspunkte des Geschosses in den Horizontalentfernungen 100, 200 ꝛc. m die Höhen 1,5, 2,7 ꝛc. m haben.

In der Entfernung von 400 m ist also nach der Tabelle die entsprechende Höhe der Flugbahn 3,8 m, die Berechnung giebt 3,75 m. Ferner folgt für W = 800 m in der Schußweite 400 m, die beobachtete Ordinate $y_4 = 5{,}4$, während die Rechnung 5,35 m giebt. Man sieht überhaupt, daß die berechneten Werthe mehr oder weniger mit den beobachteten übereinstimmen, je nach dem Grade der Genauigkeit der letzteren, die Mittelzahlen darstellen, die allerdings für die Praxis hinreichend genaue Werthe repräsentiren, aber für die Begründung einer Theorie nicht ausreichen. So giebt z. B. die Tabelle bei Anwendung des Visirs 2050 m für die Entfernungen 100, 200, 300 m die mittleren Flughöhen zu 11, 21, 32 m an. Die Differenz der beiden ersten Höhen beträgt 10, die der beiden anderen 11 m, die Kurve müßte also hiernach anstatt nach unten nach oben hin gekrümmt sein, und man sieht, daß diese Zahlen durchaus nicht zur Stütze einer Theorie der Rechnung zu Grunde gelegt werden dürfen. Bei den praktischen Resultaten kommt es natürlich auf einige Centimeter mehr oder weniger nicht an, da das Zielobjekt eine Fläche darstellt, während die Theorie nur Zielpunkte kennt.

Der Gewehr-Schießvorschrift für die Fußartillerie entnehmen wir die folgenden Data und schließen die berechneten an.

m	y_1	y_2	y_3	y_4	y_4 (berech.)
600	1,4	2,4	2,9	2,7	2,7
700	1,8	3,2	4,1	4,3	4,3
900	5,1	8,0	8,0	4,0	4,0
1000	3,3	6,1	8,5	10,3	10,5
1100	3,9	7,3	10,3	12,6	12,9
1200	4,5	8,6	12,2	15,1	15,1

Die letzte berechnete Reihe steht in verhältnißmäßig guter Uebereinstimmung mit der beobachteten, was uns aber nicht täuschen darf, da sich vielleicht verschiedene verborgene Fehler gegenseitig vernichtet haben können.

Wir müssen uns also nach solchen Schießversuchen umsehen, deren Resultate bis auf Millimeter genau sind, also dem Ideal eines Treffpunktes nahe kommen.

Um zufällige Fehler in den Beobachtungen möglichst aus-

Digitized by Google

zugleichen, wollen wir anstatt y_4, worin unter Umständen kleine Ungleichheiten in y_1 y_2 y_3 sich anhäufen könnten, y_2 oder die mittlere Flughöhe berechnen, die sich aus der letzten Formel wie folgt ergiebt:

323) $$y_2 = \frac{8y_1(2y_3 - y_4) - y_4(y_1 + y_3)}{6(y_1 + y_3 - y_4)}.$$

Damit stellen wir die folgende Aufgabe:

Bekannt sind für gleichförmig wachsende Schußdistanzen die Flughöhen y_1 y_2 y_3 y_4; es soll die der mittleren Distanz $2x_1$ entsprechende Flughöhe y_2 mit der berechneten verglichen werden.

Das „Jahrbuch für die deutsche Armee und Marine" giebt im 88. Band auf Seite 367 in einer Tabelle auszugsweise an das Resultat der von der chilenischen Regierung in Frankreich und Belgien veranlaßten Gewehrversuche zwecks Entscheidung für ein für die chilenische Armee geeignetes Gewehr.

Die betreffenden Messungen der Flughöhen in der Flugbahn von 500 m sind bis auf Millimeter genau und demzufolge überaus zuverlässig, gerade wie wir es wünschen.

	Kaliber mm	Geschoß g	Ladung g	Geschwindigkeit 25 m o. d. M.
Mauser, Argent.	7,65	13,8	2,5	655,7
" Spanien	7	11,2	2,45	703,56
" Vers. Gew.	6,5	10,5	2,3	714,3
Daudeteau	6,5	10	2,205	711,7
"	6,5	10	2,20	748,1
"	6,5	9	2,5—2,10	777,6
"	6,5	10	2,3	733,1
Beaumont	6,5	10,15	2,35	715,3
Mannlicher	6,5	10,10	2,35	713,9

Erhebung der Flugbahn von 500 m in Metern über der Visirlinie:

		auf 100 m	auf 200 m	auf 300 m	auf 400 m
Mauser	7,65 mm	0,740	1,191	1,300	0,958
"	7 "	0,613	1,001	1,080	0,797
"	6,5 "	0,670	1,092	1,176	0,864
Mannlicher	6,5 "	0,653	1,056	1,156	0,859
Beaumont	6,5 "	0,645	1,052	1,154	0,849
Daudeteau	6,5 "	0,586	0,961	1,047	0,770

Digitized by

Dies sind die Beobachtungsresultate, die wir unsern Rechnungen unterlegen werden. Für Mauser 7,65 benutzen wir also die Data $y_1 = 0{,}740$, $y_3 = 1{,}300$, $y_4 = 0{,}958$ und substituiren sie in die obige Formel für y_2. Im Nachstehenden folgen die für die sechs Gewehre ermittelten berechneten Flughöhen nebst den Differenzen mit den beobachteten.

	Mauser 7,65	M. 7	M. 6,5
Berechnung	$y_2 = 1{,}196$	0,992	1,083
Beobachtung	$y_2 = 1{,}191$	1,001	1,092
Differenz	+ 0,005	— 0,009	— 0,009

	Mannlicher	Beaumont	Daudeteau
berechnet	1,059	1,052	0,956
beobachtet	1,056	1,052	0,961
Differenz	+ 0,003	0,000	— 0,005

Die Differenzen zwischen den berechneten und beobachteten Werthen erreichen noch nicht 1 cm. Dies ist ein sehr günstiges Resultat, namentlich beim Gewehr Beaumont, das in seinen Flugwerthen vollständige Uebereinstimmung mit der Rechnung zeigt. Auch Mannlicher trifft gut zu. Dann folgen Daudeteau und Mauser, die größere Differenzen aufweisen, indessen doch nicht solche, daß sie die Hyperbelhypothese ins Wanken bringen könnten. Man könnte nur sagen, die Bewegung der Geschosse erfolgt nicht in einer Hyperbel, aber die wirkliche Flugbahn kommt einer Hyperbel so nahe, daß sie als solche bezeichnet werden kann.

Es wird nun von Interesse sein, auch die Anfangsgeschwindigkeiten für die einzelnen Gewehre zu berechnen und sie mit den beobachteten zu vergleichen.

Um möglichst sicher und genau zu verfahren, werden wir uns außer der oben abgeleiteten Formel

$$324) \qquad \frac{v_1^2 \cos \alpha^2}{g} = \frac{9 x_1^2 (2y_2 - y_1 - y_3)^2}{(2y_1 - y_2)(3y_2 - 2y_3)(3y_1 - y_3)}$$

noch einer zweiten bedienen, welche die Ordinaten y_2 y_3 y_4 enthält.

Die Schußweiten x_1 $2x_1$ $3x_1$ $4x_1$ und die entsprechenden Flughöhen y_1 y_2 y_3 y_4 sind gegeben.

In der allgemeinen Formel 312) für die Geschwindigkeit, in welcher die betreffenden Koordinaten x ganz beliebige Werthe

Digitized by Google

haben können, setzen wir x_2 statt x_1, x_3 statt x_2 und x_4 statt x_3, und ebenso verfahren wir mit den y-Werthen. Alsdann setzen wir $2x_1$ statt x_2, $3x_1$ statt x_3 und $4x_1$ statt x_4, und erhalten schließlich die für y_2 y_3 y_4 gültige Formel

$$325) \qquad \frac{v_2^2 \cos \alpha^2}{g} = \frac{72 x_1^2 (2y_3 - y_2 - y_4)^2}{(3y_2 - 2y_3)(4y_3 - 3y_4)(2y_2 - y_4)}.$$

Die Berücksichtigung auch dieser Gleichung erscheint deshalb nothwendig, weil zwischen den beobachteten und berechneten Ordinaten sich noch kleine Differenzen zeigten, die einen mehr oder weniger großen Einfluß auf die Geschwindigkeit ausüben können, den zu kennen bei der Bestimmung dieser wichtigen Größe nöthig ist. Wir haben die unterschiedenen Anfangsgeschwindigkeiten mit v_1 und v_2 bezeichnet.

Die folgende kleine Uebersicht gestattet ein Urtheil über die Zuständigkeit der Rechnung.

		Mauser 7,65	M. 7	M. 6,5
v	beob.	655,7	703,56	714,3
v_1	berech.	637,9	772,0	733,5
v_2	=	674	694	662

		Mannlicher	Beaumont	Daudeteau
v	beob.	713,9	715,3	777,6
v_1	berech.	693,2	728,9	796,9
v_2	=	714,2	735,9	746,4

Wie sich erwarten ließ, sind die errechneten Geschwindigkeitswerthe für Beaumont am wenigsten voneinander verschieden.

Uebrigens beachte man, daß die Tabellenwerthe die Geschwindigkeit 25 m von der Mündung darstellen.

Die Mittelwerthe der berechneten würden sein

655,9 733 697,7 703,7 732,4 771,6

und die Differenzen zwischen diesen und den beobachteten:

+ 0,2 + 29,4 − 5,8 − 10,2 + 15,1 − 6

Diese Unterschiede sind nicht gerade bedeutend, wenn man beachtet, daß selbst weit größere Unterschiede bei einem und demselben Gewehr unter fast gleichen Verhältnissen vorkommen.

Beispielsweise ergiebt das Gewehr Daudeteau für das Geschoßgewicht von 10 g bei der Ladung von 2,205 g 711,7 m

Digitized by Google

Anfangsgeschwindigkeit und bei der etwas kleineren Ladung von 2,20 g derselben Pulversorte die größere Geschwindigkeit von 748,1 m.

Aus dieser Thatsache allein schon ersieht man, wie viele eigenartige und oft unerklärliche Umstände auf die Bewegung Einfluß ausüben, und es wird gut sein, dies bei der Beurtheilung der Theorie mit zu berücksichtigen.

Wir wollen noch auf ein anderes Element hinweisen, das bei der Frage nach der Rasanz der Bahn eine Rolle spielen könnte. Es ist das die Entfernung des Anfangspunktes von der vertikalen Asymptote als der unüberschreitbaren Grenzlinie der Bewegung. Diese Größe A folgt u. A. aus der Kurvengleichung für $y = \infty$ und hat den Ausdruck

$$326)\quad A = \frac{3x_1\,(2y_2 - y_1 - y_3)}{3y_2 - 3y_1 - y_3} \text{ oder } = 12x_1\,\frac{(2y_3 - y_2 - y_4)}{8y_3 - 6y_2 - 3y_4}.$$

Angewandt auf die obigen Gewehre ergiebt sich für $y_1\ y_2\ y_3$ bezw. $y_2\ y_3\ y_4$

	Mauser 7,65	Mannlicher	Beaumont	Daubeteau
A =	1936	1715	1365	1111 m
A =	1445	1422	1309	1452 „

Die die Rechnung bedingenden Flughöhen y müssen, wie man sieht, überaus genau gemessen werden, indem selbst kleine Fehler das Resultat sehr entstellen.

Die allgemeine Formel für die Entfernung des Anfangspunktes von der Asymptote ist

$$327)\ A = \frac{3v_0^2\cos\alpha}{2U_0} = \frac{y_1(x_2 - x_3) + y_2(x_3 - x_1) + y_3(x_1 - x_2)}{\frac{y_1}{x_1}(x_2 - x_3) + \frac{y_2}{x_2}(x_3 - x_1) + \frac{y_3}{x_3}(x_1 - x_2)},$$

woraus ebenfalls die obigen abgeleitet werden können.

Bei Beaumont zeigt sich wieder die beste Uebereinstimmung. Die Grenzasymptoten der vier verschiedenen Gewehre dürften unter den obwaltenden Verhältnissen im Allgemeinen ungefähr 1300 bis 1700 m Abstand haben. Die beiden letzten Formeln lassen noch das Verhältniß der Luftwiderstandskonstanten zum Quadrat der Anfangsgeschwindigkeit klar hervortreten. Sind also z. B. für verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten unter sonst gleichen Umständen die entsprechenden Beobachtungsdata bekannt, so ist auch

Digitized by Google

jenes Verhältniß bekannt, und es würde von Interesse sein, zu ermitteln, ob in der Formel $U_0 = qv_0^2$ wenigstens innerhalb gewisser Grenzen q als Konstante betrachtet werden könnte.

Aus den Militärischen Jahresberichten für 1892 benutzen wir die dort Seite 330 gegebenen

Flughöhen des 6,5 mm Gewehrs bezw. österreichischen Gewehrs M/88 mit Patrone M/90 in Centimetern auf

	75 m	200 m	300 m	400 m
6,5 mm	43,5	69,5	80,5	77
8 „	63,1	107,3	128,6	123

Die Berechnung giebt für $4x_1 = 400$ m $y_4 = 78{,}5$ cm bezw. 121,8 cm. Legt man von der ersten Reihe den ersten, dritten und vierten Werth zu Grunde, so folgt $y_2 = 69{,}8$ anstatt 69,5 cm.

In gleicher Weise entnehmen wir zwecks Vergleichung der Theorie mit der Erfahrung aus dem Militärischen Jahresbericht für 1891 Seite 410 u. f. folgende Reihen der

Flughöhen in Metern des österreichischen $\frac{\text{Gewehrs M/88}}{\text{Karabiners M/90}}$ mit der Patrone M/90 in der Entfernung von

Schritt	50	100	150	200	berechnet
	0,25	0,458	0.618	0,734	0,723
	0,283	0,516	0,696	0,817	0,813
	0,337	0,631	0,878	1,073	1,061
	0,365	0,682	0,944	1,06	1,14

Die Differenzen der beiden letzten Kolonnen sind nicht allzu groß. Ferner

Meter	75	150	225	300	berechnet
	1,5	2,78	3,81	4,54	4,55
	4,54	8,88	13,0	16,85	16,87
	4,77	9,32	13,64	17,62	17,71
	10,11	20,03	29,72	39,13	39,10

Die letzte Vertikalkolonne ist die berechnete.

Auf Grund der Formel 319) kann man noch leicht die Gleichung der Flugbahn aufstellen, wozu auch nur drei Beobachtungsdata nothwendig sind.

Digitized by Google

Wir wählen die Reihe für die Visirschußweite 1500 m

4,54	8,88	13,0	16,85	20,38	**23,56**	26,34
28,67	30,5	31,79	32,48	**32,5**	30,45	**25,12**
16,09	2,75					

Die drei ersten Werthe bestimmen die Kurvengleichung

$$y = \frac{x\,(152{,}92 - 0{,}101806\,x)}{2475 - x}.$$

Vermittelst dieser Gleichung haben wir folgende Flughöhen für

x = 450, 600, 900, 1200 m berechnet:
y = 23,80, 29,38, 35,02, 28,94

Die Wurfweite (Visirschußweite) für y = 0 ist

$$W = 1502\text{ m},$$

was mit der gegebenen von 1500 m gut übereinstimmt. Dagegen weichen die errechneten Flughöhen erheblicher von den oben fettgedruckten ab. Man muß indessen berücksichtigen, daß die Tabellenzahlen Mittelwerthe sind, in welchen die individuellen Werthe, wie sie die Theorie voraussetzt, miteinander verschmolzen sind. Da nun auch bei demselben Gewehr die Anfangsgeschwindigkeiten verschieden ausfallen können, so sind Differenzen obiger Art unvermeidlich; gleichwohl wird es gut sein, alle Abweichungen von der Beobachtung nicht dieser, sondern der Theorie zu Lasten zu buchen.

Wir gehen jetzt über zur

Flugbahn des Lee-Metford-Gewehrs (engl.):

Schußweite 800 Yards 5,78′ 10,43′ 13,7′ 15,32′,

die Rechnung giebt

$$y_4 = 15{,}26'$$

Schußweite 900 Yards 6,97′ 12,81′ 17,27′ 20,09′,

die Rechnung giebt

$$y_4 = 20{,}02'.$$

In weiterer Anwendung der Formeln wollen wir bezüglich des „Magazine rifle Mark I“ die im Militärischen Jahresbericht für 1891 Seite 405 angegebenen Flughöhen, soweit sie die Rechnung verlangt, der letzteren zu Grunde legen.

Digitized by Google

Wir berechnen die Werthe y_4 in Yards

Schußweite	Flughöhen in Fuß				(berechnet)
500 Yards	2,77	4,41	4,66	3,28	3,17
600	3,68	6,23	7,4	6,93	6,86
700	4,68	8,24	10,41	10,94	10,82
800	5,78	10,43	13,7	15,32	15,26
900	6,97	12,81	17,27	20,09	20,02
1000	8,26	15,39	21,14	25,26	25,18

Die berechneten Ordinaten y_4 sind ohne Ausnahme kleiner als die tabellarischen, was eine stärkere Krümmung der Hyperbel andeuten würde. Die kleinste Differenz tritt bei der Schußweite 800 mit 0,06′ auf, um welchen Betrag die Hyperbelordinate kleiner ist als die ballistische von 15,32′; das macht etwa $^2/_5$ pCt., und bei 1000 Yards Schußweite ungefähr $^3/_{10}$ pCt. der entsprechenden Höhen; im Ganzen ziemlich geringe Beträge.

Das deutsche Gewehr M/88 hat, wie die frühere Rechnung zeigt, eine Mündungsgeschwindigkeit $v_0 = 640$ m, das Argent. Mausergewehr nach der Tabelle 655,7 m, nach der Rechnung 637,9 m, und da diese Zahlen ziemlich gut miteinander harmoniren, wollen wir für Mauser Argent. noch einige Berechnungen hinzufügen:

$x_1 =$	100	200	300	400
$y =$	0,740	1,191	1,300	0,958

Wir berechnen für $y_1\,y_2\,y_3$, $y_1\,y_2\,y_4$, $y_1\,y_3\,y_4$, $y_2\,y_3\,y_4$ die Erhöhungswinkel für den Visirschuß von 500 m

328)

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{9y_1y_2 + y_2y_3 - 8y_1y_3}{6x_1(2y_2 - y_2 - y_3)},\quad \operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{8y_1y_2 + y_3y_4 - 6y_1y_4}{4x_1(3y_2 - 2y_1 - y_4)}$$

$$\operatorname{tg}\alpha_3 = \frac{32y_1y_3 + y_3y_4 - 27y_1y_4}{12x_1(3y_3 - y_1 - 2y_4)},\quad \operatorname{tg}\alpha_4 = \frac{8y_2y_3 + 2y_3y_4 - 9y_2y_4}{12x_1(2y_3 - y_2 - y_4)}$$

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = 0{,}00869,\quad \operatorname{tg}\alpha_2 = 0{,}00867,\quad \operatorname{tg}\alpha_3 = 0{,}00863,$$
$$\operatorname{tg}\alpha_4 = 0{,}00851.$$

Diese aus vier verschiedenen Formeln errechneten Erhöhungen zeigen im Ganzen eine hinreichend gute Uebereinstimmung. Nur der letzte Werth ist etwas kleiner. Der erste liefert

$$\alpha = 29'\ 52''.$$

Digitized by Google

Die Visirschußweite folgt aus der Formel 317), sie ist

$$W = 518 \text{ m, statt } 500 \text{ der Tabelle.}$$

Der Fallwinkel folgt aus

$$\operatorname{tg} \beta = 0{,}01187, \quad \beta = 40' \; 49''.$$

Wir gehen jetzt über zur Bestimmung der **Durchschlagskraft** der Geschosse für beliebige Entfernungen, und bedienen uns hierzu der bekannten Formel

$$D_x = \frac{G}{2g} v_0^2 \cos \alpha^2 \left(1 - \frac{2 U_0 x}{3 v_0^2 \cos \alpha}\right)^3$$

worin wir die errechneten Elemente v_0, α, U_0 einsetzen. Man findet für die Schußweite x

329)
$$D_x = \tfrac{8}{2} \frac{G x_1^2 (2y_2 - y_1 - y_3)^2}{(2y_1 - y_2)(3y_2 - 2y_3)(3y_1 - y_3)} \left(1 - \frac{x(3y_2 - 3y_1 - y_3)}{3x_1 (2y_2 - y_1 - y_3)}\right)^3.$$

Die Durchschlagskraft an der Mündung ist:

330)
$$D_0 = \tfrac{8}{2} \frac{G x_1^2 (2y_2 - y_1 - y_3)^2}{(2y_1 - y_2)(3y_2 - 2y_3)(3y_1 - y_3)}.$$

Die Durchschlagskraft in der Entfernung x_1 ist:

$$D_{x_1} = \tfrac{1}{6} \frac{G x_1^2 (3y_2 - 2y_3)^2}{(2y_2 - y_1 - y_3)(2y_1 - y_2)(3y_1 - y_3)}.$$

Die Durchschlagskraft in der Entfernung $2x_1$ ꝛc. ist:

$$D_{2x_1} = \tfrac{1}{6} \frac{G x_1^2 (3y_1 - y_3)^2}{(2y_2 - y_1 - y_3)(2y_1 - y_2)(3y_2 - 2y_3)}.$$

331)
$$D_{3x_1} = \tfrac{8}{2} \frac{G x_1^2 (2y_2 - y_3)^2}{(2y_2 - y_1 - y_3)(3y_2 - 2y_3)(3y_1 - y_3)},$$

$$D_{4x_1} = \tfrac{1}{6} \frac{G x_1^2 (9y_1 - 6y_2 + y_3)^2}{(2y_2 - y_1 - y_3)(2y_1 - y_2)(3y_1 - 2y_3)(3y_1 - y_3)}.$$

Die Durchschlagskräfte in den Entfernungen x_1 $2x_1$ $3x_1$ verhalten sich wie

$$D_x : D_{2x_1} : D_{3x_1} = (3y_2 - 2y_3)^3 : (3y_1 - y_3)^3 : (6y_1 - 3y_3)^3$$

oder für das obige Beispiel nahezu $= 7 : 6 : 5$.

Die Formel für die horizontale Durchschlagskraft ist einfacher

332)
$$D_x = \tfrac{1}{6} G \frac{[3x_1 (2y_2 - y_1 - y_3) - x(3y_3 - 3y_1 - y_3)]^3}{x(2y_2 - y_1 - y_3)(2y_1 - y_2)(3y_2 - 2y_3)(3y_1 - y_3)}$$

Digitized by Google

Die hiernach berechneten Durchschlagskräfte für $4x_1 = 400$ m sind für die nachstehenden Gewehre:

Mauser 7,65 (Arg.)	Mauser 7 (Span.)	Mauser 6,5 (Vers. G.)
$D_x = 140{,}23$ mkg.	86,52 mkg	75,78 mkg
Mannlicher 6,5	**Beaumont**	**Daudeteau**
109,47 mkg	95,3 mkg	74,96 mkg

Die größte Durchschlagskraft in 400 m Distanz hat hiernach Mauser (Arg.) mit 140 mkg; an der Mündung ist sie 280,83 mkg. Die kleinste Durchschlagskraft in 400 m hat trotz größter Anfangsgeschwindigkeit Daudeteau.

Aus dem Jahrbuch für die deutsche Armee und Marine, Band 84, Seite 349, betreffend österreichische Schießversuche, greifen wir folgende Daten heraus:

Entfernung W = 1000 m, Abgangswinkel 1° 11′ 30″, Flugzeit 2,36 Sekunden.

Nach Formel 121) bestimmen wir die Anfangsgeschwindigkeit

$$v_0 = \frac{1}{\sin\alpha\left(\frac{4}{g\,T} - \sqrt{\frac{2}{g\,W\,\mathrm{tg}\,\alpha}}\right)}$$

zu 673 m.

Zur Kontrole wollen wir die folgende Berechnung durchführen. Für die betreffende Schußweite 1000 m wurde auf halber Entfernung die Ordinate 6,74 m gemessen.

Um zu sehen, ob dies mit der Hyperbelbewegung harmonirt, setzen wir in der Kurvengleichung 90) $\frac{W}{2}$ statt x, eliminiren U_0 vermittelst 80) und erhalten als Mittelordinate in halber Schußweite 500 m

$$y_1 = \frac{\frac{v_0^2}{g}\sin\alpha^2}{1 + \frac{v^2\sin 2\alpha}{g\,W}} = 6{,}79\text{ m},$$

was verhältnißmäßig ziemlich gut mit der beobachteten übereinstimmt. Für $v_0 = 668$ m hätten wir schon genauer 6,76 m erhalten, und der Fallwinkel β wäre 2° 11′ 50″, die Endgeschwindigkeit $v_0 = 264$ m.

Digitized by Google

Man pflegt die Fallwinkel annähernd in folgender Weise abzuleiten. Trifft in der Nähe der Wurfweite das Geschoß ein Ziel von der Höhe y in der Entfernung x_1 vom Schnittpunkt des Mündungshorizontes mit der Kurve, so berechnet man den Fallwinkel β aus $\operatorname{tg} \beta' = y/x_1$. Ist z. B. im angeführten Falle $y = 1$ m, $x_1 = 31$ m, so ist $\operatorname{tg} \beta = 0{,}032258$, also $\beta' = 1° 51' 20''$, ein Werth, der in der Tabelle als Fallwinkel bezeichnet ist. Derselbe ist aber etwas zu klein, und der wirkliche Werth β würde sich aus der Formel

$$\frac{1}{y} = \frac{1}{x \operatorname{tg} \alpha} + \frac{1}{x_1 \operatorname{tg} \beta}$$

ergeben. Hierin ist $x = 1000 - 31$, $y = 1$, $\alpha = 1° 11' 30''$ also

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \beta'}{1 - \frac{y}{x \operatorname{tg} \alpha}}, \quad \operatorname{tg} \beta' = \frac{y}{x_1}$$

und es ist nahezu

$$\beta = 1° 57'.$$

Nehmen wir $v_0 = 666$ m an, so ergiebt die Erhöhung $1° 11' 30''$ den Fallwinkel $2° 11' 50''$ für die Schußweite 1000 m.

Wir wollen hiernach den bestrichenen Raum

333)
$$x_1 = \frac{y}{\left(1 - \frac{y}{x \operatorname{tg} \alpha}\right)} \operatorname{cotg} \beta$$

berechnen. Um auf keine quadratische Gleichung zu kommen, setzen wir für x $1000 - 30$ anstatt $1000 - x_1$, was fast ohne Einfluß auf das Resultat ist, und erhalten gemäß den obigen Werthen $x_1 = 27{,}5$ m als bestrichenen Raum gegen 31 m des Versuchs. Die Ordinate in halber Schußweite ist jetzt genau 6,74 m, und die Schußzeit beträgt 2,35 Sekunden gegen 2,36 Sekunden des Versuchs. Dagegen ist die errechnete Endgeschwindigkeit $v_0 = 266$ m bedeutend kleiner als die dort angegebene von 330 m.

Die Formel

$$y_4 = 2 \frac{(8y_1 y_3 - 3y_1 y_2 - 3y_2 y_3)}{9y_1 - 6y_2 + y_3}$$

Digitized by Google

verwandelt sich, wenn y_4 in die Wurfweite fällt, in die folgende

$$8 y_1 y_3 = 3 y_2 (y_1 + y_3)$$

und bezieht sich auf die in vier gleiche Theile getheilte Horizontal-Schußweite, für welche also $y_4 = 0$ ist. Der letzte Ausdruck muß immer oder doch nahezu erfüllt sein, wenn die Bewegung in einer Hyperbel vor sich geht.

Militärische Jahresberichte 1892, Seite 333:

Distanz m	200	400	600	800
800	2,376	3,529	2,967	0

Wir finden statt $y_4 = 0$ den negativen Werth $y_4 = -0{,}10$, d. h. in der Entfernung von 800 m befindet sich das Geschoß 10 cm unter dem Mündungshorizont anstatt darinnen.

Distanz m	150	300	450	600
600	1,14	1,651	1,342	0

$$y_4 = -0{,}06 \text{ m}.$$

Die Hyperbel hat also in der Visirschußweite von 600 m eine kleine negative Ordinate von 6 cm.

Distanz m	50	100	150	200
200	0,094	0,128	0,1	0

$$y_4 = +0{,}008.$$

In der Schußweite von 200 m differirt die Hyperbel nur um 8 mm von der Beobachtung, indem die Kurve um diese Höhe über den Visirpunkt hinausgeht. Im Allgemeinen scheint die Hyperbel im absteigenden Ast kleinere Ordinaten als die wirkliche Kurve zu haben, sofern allerdings vorausgesetzt werden darf, daß die eingetheilten Beobachtungswerthe absolut reine, von Störungen jeder Art freie Data darstellen, was natürlich selten der Fall sein wird.

Wir geben noch einige weitere Rechnungen über das genannte 6,5 mm Gewehr:

Distanz 300 m					
	x	100	200	300	400
	y	0,271	0,286	0	−0,65

$$y_4 = -0{,}64 \text{ m}$$

Digitized by Google

Distanz				
400 m	0,434	0,611	0,487	0
	$y_4 = 0{,}007$ m			
500 m	150	300	450	600
	0,83	1,033	0,414	−1,236
	$y_4 = -1{,}31$			
1000 m	100	200	300	400
	1,964	3,67	5,076	6,119
	$y_4 = 6{,}130$ m			
1000 m	200	400	600	800
	3,67	6,119	6,85	5,178
	$y_4 = 5{,}053$ m.			

Zur Untersuchung der Kurve kann man auch die schon früher abgeleitete Formel 307)

$$\frac{\sigma_1 (1-\sigma_1)(\sigma_3-\sigma_2)}{y_1} + \frac{\sigma_3 (1-\sigma_3)(\sigma_2-\sigma_1)}{y_3} = \frac{\sigma_2 (1-\sigma_2)(\sigma_3-\sigma_1)}{y_2}$$

benutzen, wo $y_1\ y_2\ y_3$ beliebige Flughöhen für entsprechende Abszissen $x = \sigma \cdot W$ ꝛc. bedeuten, und also die Wurfweite W bekannt ist. Es ist mithin $\sigma_1 = \frac{x_1}{W}$ das Verhältniß der jeweiligen Schußweite x zur Visirschußweite W.

Beispiel:

1000 m	300 m	500 m	700 m
Visirschuß	$y_1 = 5{,}076$	$y_2 = 6{,}739$	$y_3 = 6{,}38$

Hiernach ist wegen

$$x_1 = 300 \quad \sigma_1 = \frac{300}{1000} = \frac{3}{10}, \quad \sigma_2 = \frac{5}{10}, \quad \sigma_3 = \frac{7}{10}$$

und die obige Gleichung wird

$$\frac{21}{y_1} + \frac{21}{y_3} = \frac{50}{y_2}.$$

Digitized by Google

Setzen wir hierin die Werthe von y_1 und y_3, so berechnet sich y_2 zu 6,730, was nahezu mit dem beobachteten Werth 6,739 übereinstimmt.

Alle diese Gleichungen geben eine vorzügliche Kontrole an die Hand, einerseits zur Prüfung der Theorie, andererseits zur Prüfung verschiedener Versuchsreihen.

Wir nehmen noch einmal die Tabelle der Schießergebnisse von Mauser, Mannlicher, Beaumont und Daudeteau vor, um für die Distanzen 200, 300, 400 m die zugehörige Formel der Flughöhen abzuleiten. Da die Flugbahn 500 m beträgt, so ist

$$\sigma_1 = \frac{2}{5}, \quad \sigma_2 = \frac{3}{5}, \quad \sigma_3 = \frac{4}{5},$$

und die allgemeine Formel geht in die folgende sehr einfache

$$y_2 = \frac{6 y_1 y_3}{2 y_1 + 3 y_3}$$

über. Die Werthe sind in der früheren Tabelle angegeben. Die Berechnung giebt folgende Resultate:

	Mauser (Arg.)	Mannlicher	Beaumont	Daudeteau
Berechnung y_2 =	1,302	1,160	1,152	1,049
Beobachtung	1,300	1,156	1,154	1,047
Differenz	0,002	0,004	− 0,002	0,002

Auch diese Ableitung der einen Größe aus der anderen zeigt wieder eine so gute Uebereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung, daß wir mit den gewonnenen Resultaten im Großen und Ganzen zufrieden sein können.

Bemerkenswerth ist noch die aus 334) folgende ganz allgemeine Formel für

$$334) \quad W = \frac{x_1^2 \frac{(x_3 - x_2)}{y_1} - x_2^2 \frac{(x_3 - x_1)}{y_2} + x_3^2 \frac{(x_2 - x_1)}{y_3}}{x_1 \frac{(x_3 - x_2)}{y_1} - x_2 \frac{(x_3 - x_1)}{y_2} + x_3 \frac{(x_2 - x_1)}{y_3}},$$

die für $x_2 = 2x_1$, $x_3 = 3x_1$ ꝛc. übergeht in

$$W = x_1 \frac{y_2 y_3 - 8 y_1 y_3 + 9 y_1 y_2}{y_2 y_3 - 4 y_1 y_3 + 3 y_1 y_2} = x_1 \frac{2 y_3 y_4 - 9 y_2 y_4 + 8 y_2 y_3}{y_3 y_4 - 3 y_2 y_4 + 2 y_2 y_3} \text{ ꝛc.}$$

Für Mauser (Arg.) folgt z. B. W = 518 m bezw. = 501 m als Visirschußweite.

Digitized by Google

Die bis jetzt abgeleiteten Formeln zeichnen sich durch große Einfachheit und Eleganz aus und erleichtern dadurch in besonderem Maße die Rechnungen.

Den Flachschußbahnen der Gewehre wollen wir noch den Bogenschuß für eine Kanone anschließen, und zwar auf Grund der im 68. Heft der Kruppschen Schießversuche mitgetheilten Ergebnisse mit einer 28 cm Haubitze (Oktober 1887).

Bei 28 kg Ladung und 216 kg Geschoßgewicht wurde mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 361 m unter 45° Erhöhung im Mittel von 10 Schuß 9864 m Wurfweite erzielt. Der Wind besaß nur ganz geringe Stärke. Das Geschoß brauchte 47,6 Sekunden Flugzeit.

Gemäß der Formel

$$T = 2\sqrt{\frac{2\,W\,\mathrm{tg}\,\alpha}{g}} \cdot \frac{v_0}{v_0 + \sqrt{\frac{g\,W}{\sin 2\alpha}}}$$

erhalten wir mit

$$W = 9864,\quad v_0 = 361,\quad g = 10\,\mathrm{m},\quad \alpha = 45°$$

nach der Formel $T =$	47,5 Sekunden
nach der Beobachtung	47,6 „
Differenz	0,1 Sekunde.

Angesichts dieser fast durchweg günstigen Resultate gewinnt man den Eindruck, daß neben der Hyperbel nicht leicht eine andere Kurve dieses Maß von Genauigkeit erreichen dürfte. Indem sie geometrische Klarheit und Uebersichtlichkeit mit Leichtigkeit der Behandlung und Genauigkeit der Resultate verbindet, bietet sie in diesen Eigenschaften manche nicht zu unterschätzende Vortheile bei der Berechnung des ballistischen Problems, die aus dem einmüthigen Zusammenwirken der Analysis mit der Geometrie resultiren.

Im 83. Bande des Archivs (S. 212) hat Herr Meißel in seinem „Beitrag zur Ballistik des Infanteriegewehrs“ aus den Schießtafeln für das Infanteriegewehr das Gesetz des Luftwiderstandes bestimmt und mehrere Tabellen aufgestellt, die für unsere Formeln von Werth sind.

Digitized by Google

Die Resultate sind für den Horizontalschuß berechnet, für welchen wegen $\alpha = 0$ die folgenden Relationen gelten, wenn $x_2 = 2x_1$ ist.

$$\frac{v_0^2}{g} = \frac{x_1^2\,(2y_1 - y_2)}{y_1\,y_2},$$

$$\tfrac{4}{3}\,\frac{U_0}{g} = \frac{x_1\,(4y_1 - y_2)}{y_1\,y_2}.$$

Wegen der Senkung y unter x ist y negativ. Wir bestimmen die Anfangsgeschwindigkeit aus den Daten

$$x_1 = 100, \quad y_1 = 0{,}2823 \text{ m},$$
$$x_2 = 200, \quad y_2 = 1{,}2614 \;\text{“}$$
$$x_3 = 300, \quad y_3 = 3{,}1352 \;\text{“}$$

Es ist also

$$\frac{v^2}{10} = \frac{10000 \cdot 0{,}6968}{0{,}2823 \cdot 1{,}2614}.$$

Die Formel giebt $v_0 = 442{,}36$ m,
Herr Meißel findet $v_0 = 443{,}52$ “
Differenz $-1{,}16$ m.

Auf die obigen Tabellenwerthe wenden wir an die Ordinatenformel

$$y_2 = \frac{8y_1\,y_3}{9y_1 + y_3},$$

und finden $y_2 = 1{,}248$ m.
Die Tabelle giebt $y_2 = 1{,}2614$ “
Differenz $= 0{,}013$ m.

Die Widerstandskonstante hat die Größe

$$U_0 = 278{,}5 \text{ m}.$$

Herr Major Rohne giebt auf Seite 21 seines Werkes „Das Schießen der Feldartillerie“ den Luftwiderstandskoeffizienten des Infanteriegewehrs M/71 (für $v_0 = 430$ m) auf 251 m an. Nach dem dort angewendeten kubischen Widerstandsgesetz müßte hiernach der betreffende Koeffizient $\left(\frac{443}{430}\right)^3 \cdot 251 = 276$ m sein, was mit dem oben berechneten gut übereinstimmt.

In gleicher Weise unterziehen wir unsere Theorie einer nochmaligen Prüfung auf Grund mehrerer neueren in v. Löbells Jahresberichten für 1893, S. 386, verzeichneten Schießresultate.

Digitized by Google

Ordinaten der Flugbahn in Meter des

Rumäniſchen Gewehrs M/1892
Oeſterreichiſchen 6,5 mm Verſuchsgewehrs

Wir legen der Rechnung die Formel

$$y_4 = 2\,\frac{8y_1\,y_3 - 3y_2\,(y_1 + y_3)}{9y_1 - 6y_2 + y_3}$$

unter, berechnen alſo aus drei Ordinaten $y_1\ y_2\ y_3$ die vierte y_4 und vergleichen ſie mit den bis auf Millimeter genauen Tabellenwerthen:

Entfernung					
200	x =	50	100	150	200 m
	y =	0,094	0,128	0,1	0 „

Beim Viſirſchuß für 200 m ſind demnach in der Entfernung von 50 bezw. 100 und 150 m die Flughöhen 0,094, 0,128, 0,1 m, und in 200 m iſt die Flughöhe Null. Die Berechnung giebt $y_4 = +\ 0{,}004$ m, was nahezu mit der Beobachtung zuſammenfällt.

300	x =	100	200	300	400
	y =	0,271	0,286	0	− 0,65

$y_4 = -\ 0{,}643.$

400	x =	50	100	150	200
	y =	0,247	0,434	0,558	0,611

$y_4 = 0{,}615.$

500	x =	50	100	150	200
	y =	0,337	0,616	0,83	0,984

$y_4 = 0{,}970.$

600	x =	100	200	300	400
	y =	0,822	1,387	1,651	1,551

$y_4 = 1{,}559.$

800	x =	200	400	600	800
	y =	2,376	3,529	2,967	0

$y_4 = -\ 0{,}106.$

1000	x =	100	200	300	400
	y =	1,964	3,67	5,076	6,119

$y_4 = 6{,}133.$

Digitized by Google

Die Theorie nähert sich hiernach den obigen Erfahrungsresultaten zuweilen in hohem Grade, indem z. B. bei den Entfernungen 200, 300, 400, 600 m die Differenzen zwischen den berechneten und beobachteten Ordinaten noch nicht 1 cm betragen, und auch in den übrigen Visirschußweiten bis auf einen Fall diese Grenze nicht allzu sehr überschreiten.

Für den Visirschuß von 600 m, wo nur eine Differenz von 8 mm auftritt, berechnen wir nach Formel

$$v_0^2 \cos \alpha^2 = \frac{90 \cdot x_1^2 \, (2y_2 - y_1 - y_3)^2}{(2y_1 - y_2)\,(3y_2 - 2y_3)\,(3y_1 - y_3)}$$

die Anfangs-, d. h. Mündungsgeschwindigkeit, und finden

$$v_0 = 673{,}3 \text{ m.}$$

als denjenigen speziellen Werth, der den zu Grunde gelegten Flughöhen entspricht.

In dieser Hinsicht scheinen die obigen Formeln, sofern sie auf ihre Zuverlässigkeit anerkannt sind oder werden sollten, eine gute und einfache Prüfung bezüglich der Genauigkeit verschiedener Schußtabellenwerthe verbürgen zu können.

Wir haben ferner

$$\tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha = \frac{(3y_2 - 3y_1 - y_3)\,(9y_1 y_2 + y_2 y_3 - 8y_1 y_3)}{(2y_1 - y_2)\,(3y_3 - 2y_3)\,(3y_1 - y_3)}.$$

Für den Visirschuß von 600 m ist dieser Werth 0,41036. In weiterer Anwendung dieser Formel auf den Visirschuß 1000 m finden wir

$$\tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha = 0{,}87094.$$

Um zu entscheiden, ob das Geschoßgewicht des vorliegenden österreichischen 6,5 mm Versuchsgewehrs (kurzes Modell) für den betreffenden Visirschuß eine Maximalschußweite liefert, benutzen wir Formel 198)

$$\frac{m}{m_0} = \sqrt{\tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha},$$

woraus wir

$$\frac{m}{m_0} = 0{,}933$$

erhalten, was bedeutet, daß das Geschoßgewicht annähernd dem theoretischen Gewicht, das etwa 6 bis 7 pCt. kleiner ist, entspricht.

Digitized by

Würde also hiernach das Geschoßgewicht um etwa $^1/_{15}$ vermindert, so würde doch unter der gleichen Erhöhung die Schußweite größer als 1000 m sein.

Man kann fragen, ob das Kaliber 6,5 mm der Bedingung größter Wurfweite entspricht. Die Formeln 224 bis 226) geben hierüber Aufschluß. Die erste sagt, daß dies bei möglichst kleinem Kaliber der Fall sein wird, wenn das Geschoßgewicht unverändert bleibt. Dies würde aber zu pfeil- oder nadelförmigen Geschossen führen, die jeglicher Stabilität entbehrten und auch aus anderen Gründen gänzlich unbrauchbar wären. Wird aber vorausgesetzt, daß die Aehnlichkeit der Geschosse und damit auch bei gleichem Drall die Flugstabilität gewahrt bleibe, oder daß $L : L_o = r : r_o$ ist, so führt dies auf die Bedingung

$$\frac{r}{r_o} = \sqrt[4]{\tfrac{4}{3}\,\frac{U_o}{g}\sin\alpha} = 0{,}734,$$

wonach bei der vorliegenden Elevation der Visirschußweite von 1000 m das kleinere Kaliber $r = 6{,}5 \cdot 0{,}734 =$ etwa 4,8 mm eine noch größere Schußweite als 1000 m erzielen würde. Es ist aber dabei wohl zu berücksichtigen, daß dies nur für die vorausgesetzte Erhöhung, im vorliegenden Falle für $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}020809$ gültig ist, da beispielsweise für den kürzeren Visirschuß von 600 m der Ausdruck $\frac{4}{3}\,\frac{U_o}{g}\sin\alpha$ kleiner, nämlich $= 0{,}41036$ ist. Damit wird auch das Verhältniß m/m_o kleiner, während es bei steigender Erhöhung, für welche der sinus rascher wächst, als U_o abnimmt, größer wird.

Hieraus geht hervor, daß allerdings für kleinere Schußdistanzen wie hier z. B. für 600 m, eine weit kleinere Masse und kleineres Kaliber eine größere Schußweite zu erzielen vermag; daß aber für größer werdende Distanzen Masse und Kaliber wieder zunehmen und, wenn $\frac{4}{3}\,\frac{U_o}{g}\sin\alpha$ gerade gleich der Einheit geworden ist, das Geschoßgewicht m dem ursprünglichen gleich wird, wie dies bei dem genannten Versuchsgewehr für 1000 m Schußweite nahezu erreicht ist. Bei noch größeren Erhöhungen wird also auch m größer als m_o werden, so daß man den vorliegenden Entwickelungen gemäß sagen kann:

Digitized by Google

Für kleinere Schußweiten genügt schon ein leichteres Geschoß, für größere aber bedarf es schwererer, wenn Maximalschußweiten erzielt werden sollen. Das liegt auch in der Natur der Sache, hier speziell im Luftwiderstand, begründet, der für größere Schußweiten die lebendige Kraft der leichteren, wenn auch schnelleren Geschosse rasch vernichtet.

Dies gilt für gleiche Kaliber.

Vergleicht man nun die Verhältnisse

$$\frac{r}{r_0} = \sqrt[4]{\tfrac{1}{8}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}, \quad \frac{m}{m_0} = \sqrt{\tfrac{1}{8}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}, \quad L : L_0 = r : r_0$$

miteinander, so zeigt das erstere, wie vortheilhaft kleinere Kaliber zu sein scheinen. Denn wenn für gleiche Kaliber das Verhältniß m/m_0 schon die Grenze 1 erreicht hat, ist dies bei variablen Kalibern noch nicht eingetreten, und es kann also, wenn auch das Kaliber und selbst das Geschoßgewicht kleiner geworden ist, gleichwohl eine größere Schußweite erreicht werden. Auch das liegt wieder im Luftwiderstand begründet, der um so kleiner wird, je kleiner das Kaliber oder die Querschnittsfläche ist. Dagegen nimmt die Durchschlagskraft rasch ab. Man vergleiche hiermit die ballistischen Angaben in: „Fortschritt und Rückschritt des Infanteriegewehrs" von General Wille.

Diese unsere Auseinandersetzungen beruhen allerdings lediglich auf der Theorie und müssen auch von diesem Standpunkt aus beurtheilt werden. Sie enthalten aber, wie es scheint, nichts, was gegen die Erfahrung spräche.

Wir wollen aber auch hier wieder daran erinnern, daß die bisher angewandten Verhältnisse zwischen U, r, v ꝛc. doch nur Näherungswerthe sind, die unter Umständen zufällig richtig, aber auch unrichtig werden können und nur deshalb von Werth sind, weil sie innerhalb gewisser Grenzen einige halbwegs sichere Anhaltspunkte gewähren, die einen weiteren Ueberblick über die verwickelten Verhältnisse gestatten.

Wir wollen hier noch auf die Frage eingehen, ob mit der Verminderung des Kalibers immer die Vortheile verknüpft sind, die man sich davon verspricht.

Für einen speziellen Fall wählen wir das genannte österreichische Versuchsgewehr 6,5 mm und wählen als Unterlage

Digitized by

der Rechnung bezüglich des Visirschusses von 1000 m die drei auf je 100 m Abstand gemessenen Flughöhen 1,964, 3,67, 5,076 m.

Indem wir die Formel

335) $$W = x_1 \frac{y_2 (y_1 + y_3) - 8 y_1 (y_3 - y_2)}{y_3 (y_2 - y_1) - 3 y_1 (y_3 - y_2)}$$

zur Bestimmung der Schußweite benutzen und darin $x_1 = 100$ ꝛc. einsetzen, so resultirt $W = 997{,}5$ m, die also nur um $2^1/_2$ m von der angegebenen differirt.

Nach der Geschwindigkeitsformel ist $v_0 = 669{,}64$ m, der Abgangswinkel $\operatorname{tg} \alpha = 0{,}020809$, die Widerstandskonstante $U_0 = 366{,}78$ m.

Die Frage ist also die, ob man mit einem kleineren Kaliber eine größere Schußweite erreichen könne. Nach den Erörterungen über die Kaliberverhältnisse in XXII finden wir unter der Bedingung, daß die Geschosse in ihrer Form die Aehnlichkeit bewahrt haben, oder daß sich ihre Längen wie ihre Radien verhalten, das Verhältniß

$$\frac{r}{r_0} = \sqrt[4]{\tfrac{4}{9} \frac{U_0}{g} \sin \alpha} = 0{,}734,$$

wonach also das Kaliber auf ungefähr $^3/_4$ des früheren oder auf 4,77 mm reduzirt werden müßte. Damit erhöht sich die Anfangsgeschwindigkeit auf den enormen Werth von

$$\frac{v_0}{\left(\tfrac{4}{9} \frac{U_0}{g} \sin \alpha\right)^{3/8}} = 1065 \text{ m},$$

und der ganze Effekt dieser ungewöhnlich hohen Geschwindigkeit ist eine Schußweite von

$$W = \tfrac{9}{8} \frac{v_0^2}{U_0} \cos \alpha \sqrt[4]{\tfrac{4}{9} \frac{U_0}{g} \sin \alpha},$$

$$= 1009{,}6 \text{ m},$$

die also nur um 12,1 m größer ist als die vorhin errechnete. Die Verminderung des Kalibers hat also trotz

der dadurch erreichten übermäßigen Geschwindigkeit keinen nennenswerthen Vortheil gebracht, während die Endgeschwindigkeit und, wie die Formeln beweisen, die Durchschlagskraft sehr beträchtlich abgenommen haben.

Die Querdichte des 6,5 mm Geschosses ist bei einem muthmaßlichen Gewicht von 10,32 g

$$\frac{4 \cdot 10{,}32}{0{,}65^2\,\pi} = 31{,}1$$

und die des kleineren nur

$$0{,}734 \cdot 31{,}1 = 22{,}8$$

die hiernach, wenigstens für größere Distanzen, die zulässige untere Grenze sehr stark überschritten hat.

Diese Bestimmungen sind freilich lediglich theoretische und müssen, wie gesagt, als solche beurtheilt werden.

Die Aehnlichkeit der Geschoßdimensionen haben wir deshalb vorausgesetzt, um das Prinzip der Stabilität zu wahren, die bei zu langen Geschossen unsicher wird. Sind außer den Kaliberverhältnissen auch die Ladungs- und Gewichtsverhältnisse (Blei, Wolfram 2c.) andere, so ist die allgemeinere Gleichung 224) zu benutzen, die über die Tragweite des in Frage stehenden Gewehrs ebenfalls theoretisch Auskunft giebt.

Die obigen Schlußfolgerungen finden eine sehr bemerkenswerthe Bestätigung in den Darlegungen und Beurtheilungen über die neuesten ballistischen Versuche betreffs des kleinsten Gewehrkalibers in: „Fortschritt und Rückschritt der Infanteriegewehre“ von General Wille, wo es auf S. 19 ff. heißt:

„Wenn aber auch auf 10 m eine vorzügliche Durchschlagsleistung und auf 300 m eine ausgezeichnete Treffsähigkeit erzielt worden wäre, was würde das Alles nutzen? Nichts, rein gar nichts! Ein praktisch verwerthbarer Erfolg dieser Versuche war von vornherein ausgeschlossen durch die Wahl zu leichter, theilweise viel zu leichter Geschosse. Was soll eine Querdichte von 20,4 — schreibe: Zwanzig und vier Zehnteln — bis 30,6 dem 5 mm Kaliber helfen, nachdem man im 6,5 mm Gewehr schon längst bei 31,6 angelangt war? Unter 33 Querdichte lohnt es

Digitized by

sich bei 5 mm Laufweite nicht, überhaupt nur anzufangen. Trotz ihrer außerordentlich hohen Mündungsgeschwindigkeiten, welche, nach den angegebenen Werthen von v_{25} zu urtheilen, für die Geschosse von 4,9 und 4,0 g bis zu 1000, ja in einzelnen Fällen noch erheblich über 1000 m betragen haben müssen, würden diese „federleichten" Bolzen selbst bei tadelloser Führung und vollkommen passendem Drall kaum eine größte Schußweite von 1500 m erreichen."

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Kleine Mittheilungen.

15.

Eine neue Konstruktion einer Wagenachse.

Wenn ein Fahrzeug sich auf einer Straße fortbewegt, so erhalten die Räder durch die nicht zu vermeidenden Unebenheiten, welche auch die beste Straße aufweist, fortgesetzt kleine Stöße, welche sich auf den Wagen und von diesem auf den Motor, im Allgemeinen also die Pferde, übertragen. Es folgen hieraus Bewegungshemmungen und daraus wieder die Nothwendigkeit einer größeren Zugkraft, als wenn die Straße völlig eben wäre.

Um die schädlichen Wirkungen dieser Stöße thunlichst zu vermeiden, hat Herr H. Farjas, Direktor der „Revue universelle des inventions nouvelles“ neuerdings eine Achse von großer Einfachheit und Solidität konstruirt. Das Wesentliche von dieser Achse ist, daß jedes Rad vom anderen völlig unabhängig ist.

Die Achse ist so einfach, daß es unseres Erachtens einer Figur nicht erst bedarf, um das Prinzip ihrer Konstruktion zu erläutern, sondern daß wir hoffen dürfen, uns auch lediglich durch Worte verständlich machen zu können.

Man wolle sich also zunächst eine Mittelachse denken, an welche die Achsschenkel nicht wie sonst gleichlaufend, sondern unter einem rechten Winkel nach unten angesetzt sind. An jeden Achsschenkel setzt sich dann unten — wieder unter einem rechten Winkel — eine röhrenförmige Nabe, welche mit ihrer Richtung nach innen zeigt.

Zwischen dieser Nabe und dem Rad ist nun ein Zwischending, eine Art Kurbel, eingeschaltet, welches wohl am besten dadurch zu beschreiben ist, daß wir es mit einem großen lateinischen **Z** vergleichen, nur daß der Mittelbalken desselben mit dem oberen

Digitized by Google

und unteren Horizontalbalken nicht je einen spitzen, sondern einen rechten Winkel bildet. Der untere Horizontalbalken der Kurbel ist also in die Nabe eingesteckt und mittelst Schraubenmutter ꝛc. am Herausgleiten verhindert, der Vertikalbalken läuft außen neben dem nach unten gebogenen Achsschenkel nach oben, und der obere Horizontalbalken der Kurbel zeigt dann in Verlängerung der Richtung der Mittelachse nach außen und nimmt das Rad auf.

Es ist also offenbar hinsichtlich der Stellung des Rades zur Mittelachse gerade so, als wenn dasselbe auf den früheren Achsschenkel aufgesteckt wäre, nur ist jetzt zwischen Rad und Mittelachse noch ein bewegliches Zwischenmittel eingeschoben, dessen Wirkung aus Folgendem erhellt:

Ziehen die Pferde an, so bewegen sie zunächst den Wagen und damit dann also auch die Achse vorwärts; die Räder werden aber vorläufig stehen bleiben, und es werden nur sowohl in der Nabe der Achse wie in der Nabe des Rades die beiden Horizontalbalken der Kurbel beginnen sich zu drehen. Der untere Horizontalbalken wird sich allmählich heben und einen Theil eines Kreisbogens beschreiben, dessen Mittelpunkt in der Radnabe, bezw. richtiger in dem dort drehbar gelagerten oberen Horizontalbalken zu denken ist. Da dies bei allen Rädern das Gleiche ist, so wird also der ganze Wagen beim Anzug um ein Stück gehoben, bis schließlich die Räder dem Wagen folgen. Während der ganzen Fahrt wird der Wagen naturgemäß das Bestreben haben, die Kurbel wieder so zu drücken, daß der Mittelbalken wie in der Anfangsstellung (während der Ruhe) vertikal steht.

Stößt jetzt der Wagen auf seiner Fahrt auf ein Hinderniß, sagen wir einen Stein, so wirkt dieser bei der vorliegenden Achsenkonstruktion nur mehr noch auf das betreffende Rad. Der Wagen selbst setzt seine Fahrt ruhig fort, während die Räder, infolge des Verlustes eines Theiles ihrer lebendigen Kraft, lediglich eine Schwankung der Kurbel eintreten lassen, und zwar tritt — da eben alle Räder voneinander unabhängig sind — diese Verschiebung nur bei dem Rad ein, welches auf das Hinderniß stieß.

Die Erfahrungen, welche in der Prüfungsstation für Maschinen beim Ackerbauministerium mit einem Wagen gemacht worden sind, der eine solche neue Achse hatte, haben dargethan, daß die Er-

Digitized by Google

ſparniß an Zugkraft um ſo größer iſt, je größer das Gewicht des Wagens iſt.

Im Allgemeinen ſoll die Erſparniß beim Anzug im Mittel 50 pCt., beim gewöhnlichen Zug 25 pCt. betragen.

Rivista d'artiglieria e genio.

16.

Ein neuer Schnellfeuerverſchluß.

Eine Mittheilung der „Rivista d'artiglieria", begleitet von einigen Abbildungen, bringt kurze Angaben über ein neues Schnellfeuer-Verſchlußſyſtem, welches in den Vereinigten Staaten von einem Marinelieutenant Fletcher vorgeſchlagen worden iſt. Der Fletcherſche Verſchluß zeichnet ſich durch eine ſehr geringe Anzahl von einzelnen Theilen, durch ein gutes Funktioniren des Auswerfers und endlich durch die Möglichkeit aus, ſowohl Metallkartuſchen mit Perkuſſions- als auch ſolche mit elektriſcher Zündung zu verwenden.

Ein Verſuchsſtück iſt vor kurzer Zeit in einer gezogenen 40 Kaliber langen 6″ Kanone (152 mm) verwendet worden und wird jetzt noch auf dem Verſuchsſchießplaß von Indian Head weiter erprobt. Die Ergebniſſe ſind bis jetzt hierbei ſehr befriedigend geweſen.

Der Verſchluß iſt ein Schraubenverſchluß, bei welchem in der bekannten Weiſe auf der Verſchlußſchraube wie andererſeits im Verſchlußſtück die Schraubengänge an drei Stellen unterbrochen ſind, ſo daß es zum Schließen des zunächſt glatt eingeſchobenen Verſchluſſes nur einer $^1/_6$ Umdrehung der Verſchlußſchraube bedarf.

Das Hineinſchieben und das Drehen der Verſchlußſchraube bewirkt nun Fletcher in origineller, einfacher Weiſe.

Die Verſchlußthür, in welcher ſich die Verſchlußſchraube bewegt, iſt nämlich an der rechten Seite der Bodenfläche des Rohres drehbar angebracht und mit ihr eine kreisrunde Scheibe, an welche ſich ein Hebel mit Handgriff anſetzt. Dieſe — natürlich horizontal liegende — Scheibe hat nun auf ihrem Umfang zwei Gruppen von Zähnen: eine Anzahl vertikale und eine Anzahl ſchrägſtehende Zähne. Dieſen beiden Gruppen von Zähnen ent-

Digitized by

ſprechen ebenſolche, welche auf der rechten Seite der Verſchluß-ſchraube eingeſchnitten ſind.

Will man alſo den Verſchluß ſchließen, ſo bewegt man den ſchon erwähnten Handgriff einfach von rechts nach links. Alsdann gelangen erſt die vertikal ſtehenden Zähne zum Eingriff und ſchieben die Verſchlußſchraube vor, dann die ſchrägſtehenden und drehen die Verſchlußſchraube um $^1/_6$ des Umfanges, und der Verſchluß iſt geſchloſſen.

Das Umgekehrte vollzieht ſich, wenn man den Handgriff von links nach rechts dreht.

Der Auswerfer beſteht aus einem dünnen Stahlſtab, der mit einem Zahn unter den hinteren Rand der Metallpatrone greift und ſeine Bewegung mittelſt eines Excentrics von dem mehr-erwähnten Hebel erhält. Die Kurve des Excentrics iſt ſo ge-ſtaltet, daß ſich der Auswerfer zunächſt nur mit ganz geringer Geſchwindigkeit bewegt und erſt, nachdem die Verſchlußſchraube etwa 6 mm zurückgezogen iſt, einen ganz bedeutenden Antrieb nach rückwärts erhält. Die Metallhülſe wird auf dieſe Weiſe mit großer Kraft entfernt.

Der Abfeuerungsapparat — ſowohl für Perkuſſion als auch für Elektrizität — befindet ſich in einem Röhrchen, welches ſchnell an Ort gebracht, aber auch bequem und ebenſo ſchnell wieder ent-fernt werden kann, ſo daß ſich der Uebergang von einem Syſtem zum anderen mit größter Leichtigkeit vollziehen läßt. Nähere An-gaben über die Einrichtung dieſes Röhrchens, welches, ſoweit ſich aus den Abbildungen entnehmen läßt, in der Mitte der Verſchluß-ſchraube eingeſchraubt wird, fehlen allerdings leider, ſo daß wir darüber nichts mittheilen können; der nicht unwichtige Hinweis findet ſich jedoch noch am Schluß, daß unter dem Kopf des Schlagbolzens eine ganz einfache Sicherheitsraſt angebracht ſei, welche vorzeitiges Abfeuern verhindere.

17.

Oeſterreich-Ungarn.

Neuerdings ſind zwei neue 15 cm Haubitzen eingeführt worden, welche für den Feſtungskrieg beſtimmt ſind, und zwar die 15 cm Batteriehaubitze und die 15 cm Haubitze in Panzerlaffete.

Digitized by Google

Beide sind aus Stahlbronze. Die erstgenannte Haubitze ist ganz der Stahlbronze-Kanone gleichen Kalibers ähnlich, hat wie diese einen Flachkeilverschluß und besitzt 36 Züge von rechtwinkligem Querschnitt und Progressivdrall.

Sie wiegt 1062 kg; der Widerstand des Rohres wurde berechnet für einen Maximalgasdruck von 1100 Atmosphären. Die Anfangsgeschwindigkeit des Schrapnels beträgt 300 m.

Während der Versuche mußten die Schildzapfen durch Stahlringe verstärkt werden, und es scheint, als ob auch bei dem angenommenen Modell solche Verstärkungsringe für die Schildzapfen angebracht seien.

Ueber die Laffete der Batteriehaubitze liegt noch wenig Näheres vor. Bei den Schlußversuchen wurden zwei Modelle, beide aus Martin-Schmiedeeisen, zur Wahl gestellt: die eine mit einer Feuerhöhe von 1,9 m und die andere mit einer solchen von 1,4 m. Wahrscheinlicherweise dürfte Letztere zur Einführung gelangen.

Die Batteriehaubitze verfeuert vier Arten Geschosse: gewöhnliche Granaten, Ekrasitgranaten, Schrapnels und Kartätschen.

Das Schrapnel ist aus Gußeisen und besitzt den Doppelzünder 1893 M. III, welcher, obgleich sehr vervollkommnet, noch nicht ganz regelmäßig zu funktioniren scheint, da er noch 5 pCt. Versager giebt.

Die Kartätsche hat einen Mantel aus Zinkblech und enthält 440 Hartbleikugeln von 20 mm Durchmesser, welche durch Schwefeleinguß festgehalten werden.

Die Maximalladung von Schwarzpulver beträgt 2,4 kg, die Aequivalentladung rauchschwachen Pulvers aus der Pulverfabrik Preßburg 0,74 kg. Zur Anwendung gelangen noch drei kleinere Ladungen von $^2/_3$, $^1/_2$ und $^1/_3$ der Maximalladung.

Zur Uebermittelung des Feuers bedient man sich der verstärkten Schlagröhre M/1880. Diese unterscheidet sich von der gewöhnlichen Schlagröhre M/1880 dadurch, daß die Röhre länger ist und vorn die Form einer Flasche hat, sowie dadurch, daß die Zündladung aus 0,8 g feinkörnigen Pulvers und einem kleinen Cylinder aus komprimirtem Pulver besteht, der, bei dem Losgehen der Schlagröhre entzündet, gegen die Kartusche fliegt und in dieselbe eindringt.

Die Maximalschußweite war ursprünglich auf 6000 m festgesetzt; man scheint aber mit der Granate sogar 6100 m zu er-

Digitized by Google

reichen. Das Schrapnel ist natürlich wegen der unzulänglichen Brenndauer des Zünders nur bis 5000 m verwendbar.

Die andere 15 cm Haubitze hat eine Panzer-Drehlaffete von dem Etablissement Skoda. Das Rohr selbst ist hinsichtlich der inneren Einrichtung und des Verschlußsystems der Batteriehaubitze gleich, es besitzt aber außer den gewöhnlichen Schildzapfen vorn deren noch zwei kleine, welche in entsprechenden Schildzapfenlagern in der Schießscharte des Panzers gelagert sind. Um diese dreht sich das Rohr bei Erhöhungen mittelst der Richtmaschine, welche übrigens solche von 0° bis 35° zuläßt.

Die Zeit, um das Rohr von der größten bis zur kleinsten Elevation zu schrauben oder umgekehrt, beläuft sich auf ungefähr 1 Minute.

Im Ganzen wiegt die Panzerlaffete oder die Panzerkuppel 14 Tonnen.

Rivista d'artiglieria e genio.

Digitized by Google

Literatur.

12.

Bis in die Kriegsgefangenschaft. Erinnerungen aus der Zeit des großen Kampfes von 1870—71. Von einem 67er. Berlin bei Karl Siegismund. Ohne Erscheinungsjahr.

Daß der Verleger das Erscheinungsjahr nicht angegeben hat, ist zwar ungewöhnlich, hat aber nichts zu sagen, da auf der ersten Seite des Vorworts die Bemerkung sich findet: „Es sind allerdings zwei Jahrzehnte dahingegangen ...“ Aber etwas mehr von der Persönlichkeit des berichterstattenden Siebenundsechzigers möchte der Leser erfahren haben, und zwar wegen des Gegensatzes, den mit der bescheidenen militärischen Stellung des Erzählers die Schreibweise desselben bildet. Es präsentirt sich uns ein ganz simpler 67er, ein Mann aus Reih' und Glied, ein Reservist, der ursprünglich gar nicht in Anspruch genommen werden sollte, der sich aber freiwillig zur Einstellung gemeldet hat, als „Mannschaften seines Jahrganges“ Ordre bekamen, er aber nicht. Er begab sich aus seinem Dorfe in die Kreisstadt. „Nun, was wird denn aus mir, Herr Feldwebel, wo bleibt denn meine Ordre?“ „Sie sind reklamirt, lieber Freund, und infolgedessen um einige Jahrgänge zurückgestellt!“ „Ja wohl, um beim Schwamm Gewehre zu putzen, und zu hören, wie sich die Kameraden mit den Franzosen herumschlagen, daraus wird nichts, schicken Sie mich nur hin, wo ich hingehöre.“ Ein zum Bureau gehöriger Landwehroffizier kam. Der Feldwebel trug ihm vor, „weshalb ich gekommen“ u. s. w. Er erhielt also seine Einberufung. Wir erfahren gelegentlich, daß er zur Zeit 26 Jahre alt war, und daß er 1866 mit dabei gewesen. Aber nicht wo und als was.

Er zog also als 67er in Reih' und Glied in den Krieg und er ist, als solcher heimgekehrt, dem Ersatzbataillon in Braunschweig

zugewiesen. Dann heißt es noch einmal kurz (S. 133): „Ich wurde zur Etappe kommandirt.“ Wahrscheinlich hauptsächlich zu Schreiberdiensten. Daß er sich die Unteroffiziertressen erworben hätte, würde der Erzähler zu erwähnen doch wohl nicht unterlassen haben. Also ein ganz simpler 67er! Und dabei nicht nur hier und da ein recht gewählter (auch wohl gesuchter) Ausdruck, sondern mancherlei Bildungs-Zeugnisse, gelegentlich mit einer gewissen Nonchalance hingeworfen, die man auch für Koketterie nehmen könnte, z. B. S. 129: „Am Eingange zu der Stadt (Tours) von der Loire-Brücke her steht das weiße Marmorbild des großen René Descartes. Cogito ergo sum las ich an dem Denkmale, den Satz, den der Denker a priori nicht bezweifelte. Gedankenvoll ging ich weiter; ich war noch.“ Man wird wirklich neugierig zu erfahren, was dieser philosophische 67er in seinem Civilverhältnisse „war“.

Kennzeichnend für die stilistische Eigenart des 67ers ist seine Liebhaberei für das Citiren von Versen deutscher Poeten, berühmter wie unberühmter.

Das 67. Regiment war damals dem VIII. Armeekorps (v. Goeben) zugetheilt*), das zur Ersten Armee (v. Steinmetz) gehörte. Die Hauptaufgabe des 18. August war der Zweiten Armee (Prinz Friedrich Karl) und zunächst dem IX. Armeekorps (v. Manstein) zugedacht, von dem angenommen wurde, es werde in östlicher Richtung gegen Verneville vorgehend den rechten Flügel des Feindes erreichen und den Abmarsch nach Verdun (zur Vereinigung zwischen Bazaine und Mac Mahon) verhindern. Aber der feindliche rechte Flügel (Canrobert) reichte 6 km weiter nach Norden, als man im Hauptquartier angenommen hatte; es traf daher das IX. diesseitige Korps auf die volle Front, und es war dem Gardekorps und dem sächsischen (XII.) vorbehalten, was dem IX. zugedacht gewesen war. Hier, zu beiden Seiten von St. Privat, zwischen Roncourt und Amanviller, ist die Hauptschlacht erfolgt. Hatte man sich nun den rechten Flügel der feindlichen Stellung erheblich näher gedacht, als thatsächlich der Fall war,

---

*) Das VIII. Armeekorps hatte einige von seinen Regimentern zu den Besatzungen der Grenzfestungen abgeben müssen und wurde für den Dienst im Felde aus anderen Korps kompletirt. Unter anderen wurde ihm das der Provinz Sachsen angehörige 67. Regiment zugetheilt.

Digitized by Google

einen ansehnlichen Weg hatten Garde- und sächsisches Korps auch dann zu machen, und es war daher für die Erste Armee die Direktive gegeben, nicht eher ernstlich und namentlich mit dem Infanterie-Angriff vorzugehen, bevor die Zweite Armee bis zum äußersten diesseitigen linken Flügel rechts oder nach Osten gegen den Feind werde haben einschwenken können. Die französische Stellung von der Mosel bei St. Ruffine im Süden bis nach Roncourt im Norden betrug rund 12 km.

Die 67er hatten die Nacht vom 17./18. nordwärts Gorze verbracht. Ihr Vormarsch am Schlachttage führte sie zunächst nordwärts durch das Bois de St. Arnould nach Rezonville, dann, mit rechtsum, längs der Chaussee durch Gravelotte. Hier erreichten sie schon die feindlichen Granaten. Dann war das tiefe Thal des Mance-Baches zu kreuzen und dann auf dem Plateau links oder östlich der Mance-Schlucht die schreckliche Glacisfläche vorwärts der französischen Posten und Linien zwischen und hinter den zur Vertheidigung eingerichteten Fermen Moscou, St. Hubert, Point du Jour bis zum Rande des mit der Mance-Schlucht parallel nord-südlich verlaufenden Thales von Châtel zu passiren. Das ist der Weg, den auch unser Erzähler hat gehen müssen. Hier ist er zum ersten Male, aber auch ganz tüchtig, ins Feuer gekommen, und seine Darstellung (von S. 35 bis 45) ist lebensvoll und glaubwürdig. Es handelte sich nur um einige Nachmittagstunden, aber das Regiment hat doch 29 Offiziere, 30 Unteroffiziere und 312 Mann verloren (todt allerdings nur 9 + 7 + 76).

Unser simpler 67er hat selbstverständlich während dieser höchst lebensgefährlichen Nachmittagstunden nicht die entfernteste Idee davon gehabt, welche zwingenden strategischen bezw. taktischen Gründe vorgelegen haben, ihn und seine Kameraden (man kann sagen: Alles was in Steinmetz' Hand gegeben war) so zu verwenden, daß, um etwa 2000 Franzosen mit 60 Offizieren außer Gefecht zu setzen, über 5000 Deutsche mit 267 Offizieren haben konsumirt werden müssen, daß von der gesammten Infanterie dreier Armeekorps (VIII., VII., II., etwa 75 Bataillone) bei vielleicht hundert Angriffen und Vorstößen, die im Laufe des Tages ausgeführt worden sind, das Meiste brockenweise an den Feind gelangt ist.

Unser 67er, und vielleicht Mancher, besonders unter den jüngeren seiner Leser, dankt es uns wohl, wenn wir aus der

Digitized by Google

bereits sehr reichhaltigen Geschichtschreibung der wichtigen Doppelschlacht am 18. August 1870 nur einige kurze Hindeutungen geben. Der Ueberblick über das Ganze wird Verständniß und Theilnahme für die Erlebnisse eines Individuums steigern.

Moltke schreibt („Gesammelte Schriften und Denkwürdigkeiten", Band 3, S. 54 u. ff.): „An oberster Stelle wurde festgehalten, daß die Erste Armee nur erst zu einem ernsten Angriff schreiten dürfte, wenn auch die Zweite an den Feind gelangt sein werde. Als dann aber der halbe Tag verflossen war, und am Mittage das lebhafte Feuer von Berneville herüberschallte*), mußte angenommen werden, daß dieser Zeitpunkt eingetreten sei; doch wurde zunächst nur gestattet, den bevorstehenden Kampf durch die Artillerie vorzubereiten."

„Sechzehn Batterien des VII. und VIII. Korps fuhren rechts und links von Gravelotte an der den Ort kreuzenden Chaussee auf. Bei der sehr großen Entfernung vom Gegner war ihre Wirkung gering, überdies litten sie unter dem Feuer der französischen Tirailleurs, welche sich in einem gegenüberliegenden Waldstreifen (linker Hang der Mance-Schlucht) eingenistet hatten. Diese zu vertreiben war nothwendig, und so entspann sich auch hier vorzeitig ein Infanteriegefecht." Das Zugeständniß „vorzeitig" ist von Bedeutung! Man darf auch nicht übersehen, daß die größte Schußweite des Chassepot etwa 3000 m, die des Zündnadelgewehres nur etwa 1600 m betrug.

Die Franzosen werden gleichwohl zurückgedrängt, die deutsche Artillerie kann bis an den westlichen Mance-Schlucht-Rand heranrücken und kräftig gegen die feindliche Hauptstellung wirken. Etwa um 2 Uhr nachmittags war ihre Ueberlegenheit unzweifelhaft.

„Ein Theil des feindlichen Feuers richtete sich gegen den Pachthof von St. Hubert, nahe vor welchen sich die Abtheilungen der 30. Brigade herangeschossen hatten." Zu dieser Brigade gehörten die 67er. Das „herangeschossen" schließt ein großes Lob unserer Infanterie ein. Bei der größeren Nähe lag in der Schußweite des Chassepot kein Moment der Ueberlegenheit mehr; aber die rasantere Flugbahn steigerte seine Wirkung, desgleichen die

---

*) Vom IX. Armeekorps (Manstein). Im Text steht „Bionville", ein auffälliger Druckfehler, der aber Niemand irreführen kann, denn Bionville liegt 6 km hinter Gravelotte, wo Steinmetz sich befand.

Digitized by Google

Abdachung des Geländes herwärts und endlich die gedeckte Stellung in Schützengräben, zum Theil in Stufen übereinander. „Um 3 Uhr wurde das sehr haltbare Gehöft dicht vor der feindlichen Hauptstellung und trotz des heftigsten Feuers aus derselben erstürmt. Obgleich nun auch die 31. Brigade (die zweite der zur 15. Division gehörigen) das Thal (des Mance-Baches) überschritt, gelang ein weiteres Vorgehen gegen Moscou und Leipzig über das vom Gegner im Bogen umschlossene freie Feld nicht, sondern führte nur zu großen Verlusten."

Von der Zeit zwischen 3 und 4 Uhr heißt es:

„Ueberall waren die Vorposten der Franzosen zurückgedrängt, die Gehöfte vor ihrer Front standen in Flammen, ihre Artillerie schien niedergekämpft zu sein, und bei Gravelotte hatte man den Eindruck, daß es nur noch auf eine Verfolgung ankomme. General v. Steinmetz befahl daher um 4 Uhr einen erneuten Vorstoß mit frischen Kräften."

Der letzte Satz dürfte das sprechendste Zeugniß dafür sein, wie ernst es Moltke mit dem Grundsatze gewesen ist, dem er gegen seinen Neffen und Adjutanten (vergl. „Gesammelte Schriften", Band 3, Vorwort, S. X) in den Worten Ausdruck gegeben hat: „. . . es ist eine Pflicht der Pietät und der Vaterlandsliebe, gewisse Prestigen nicht zu zerstören, welche die Siege unserer Armee an bestimmte Persönlichkeiten knüpfen." Der geschichtlichen Wahrheit gemäß giebt er an, daß General v. Steinmetz den „erneuten Vorstoß" um 4 Uhr befohlen hat. Die vorhergehenden Worte: „Bei Gravelotte hatte man den Eindruck, daß es nur noch auf eine Verfolgung ankomme", wird der naive Leser, der die augenblickliche Gefechtslage nur durch Moltkes Darstellung kennen lernt, schwerlich anders verstehen, als daß das „man" die Allgemeinheit der Auffassung bezeichnen soll, daß insbesondere die Schlachtleitung, d. h. also vor Allem der König und Moltke den „Eindruck" gehabt haben, daß also der Befehl von Steinmetz als ein den Umständen angemessener anerkannt wird. Moltkes ohne Zweifel sehr wohl überlegte, vorsichtige und schonende Darstellung läßt das „Prestige", das Steinmetz durch Nachod, Skalitz und Schweinschädel sich erworben hatte, ungeschmälert; aber sie führt den Leser irre. Statt „man" „bei Gravelotte" hätte gesetzt werden sollen „Steinmetz". Freilich hätte dann mancher Aufmerksame (oder aus anderen Quellen Unterrichtete) zwischen den Zeilen ge-

Digitized by Google

leſen: Die Verantwortung für einen taktiſchen Mißgriff, der recht viel Blut gekoſtet hat, trägt nur Steinmetz!

Der letzte Satz, der hier nachſtehend aus Moltkes Darſtellung mitgetheilt werden wird, zieht ſcheinbar nur eine Lehre aus den Vorgängen am rechten deutſchen Flügel zwiſchen 4 und 5 Uhr nachmittags: „Der linke Flügel der Franzoſen war nicht zu verdrängen.“ Der Leſer kann abſolut nicht auf den Gedanken kommen, Moltke könne wohl der Meinung geweſen ſein (dieſelbe nur nicht ausgeſprochen haben), daß Steinmetz jene unerfreuliche Lehre oder Erfahrung herbeigeführt habe.

Hören wir nun weiter, was Moltke über den „erneuten Vorſtoß mit friſchen Kräften“ berichtet.

„Während das VII. Korps den Saum der Waldungen (der Mance-Schlucht und des anſchließenden Plateaus) beſetzt, trabten 4 Batterien und hinter ihnen die 1. Kavallerie-Diviſion (Feldart. 1: 1 reit. Batt., Ulan. 12, 8, 9, 4, Kür. 3, 2) durch den 1500 Schritt langen Engpaß öſtlich Gravelotte vor.“ Zum Engpaß wurde die Chauſſee dadurch, daß, um an verlorener Steigung zu ſparen und überhaupt gelindes Straßengefälle zu gewinnen, die Chauſſee an den Schluchtwänden als Einſchnitt und über die Thalſohle als Damm (bis zu 6 m Höhe) mit Durchlaß für den Bach, hergeſtellt war.*) „Sobald die Spitzen der tiefen Kolonnen dem Gegner ſichtbar wurden, verdoppelte er das bis dahin zurückgehaltene Gewehr- und Geſchützfeuer. Eine der Batterien verlor in kürzeſter Friſt die Bedienungsmannſchaften von vier Geſchützen und konnte nur mit äußerſter Anſtrengung zum Waldrande zurückgebracht werden, eine zweite gelangte überhaupt nicht zum Aufmarſch . . .“ „Von der Kavallerie war das vorderſte Regiment aus dem Hohlwege“ (dem Einſchnitte im linken Thalrande) „im Galopp rechts ausgebogen und gegen Point du Jour aufmarſchirt, aber der völlig gedeckt ſtehende Feind bot kein Ziel für eine Attacke. Man mußte ſich überzeugen, daß hier für Verwendung von Kavallerie kein Feld war, und die Regimenter kehrten unter den

*) An einer ſpäteren Stelle, bei der Schilderung des Cernirungsdienſtes, ſpricht unſer 67er von einem „Tunnel“, eine Bezeichnung, die irre führen kann. Er meint den Durchlaß, der, um bei hohem Waſſerſtande zu genügen, ein über mannshohes geräumiges Gewölbe iſt. Zur Zeit war der Mance-Bach ſehr waſſerarm und kein Bewegungshinderniß.

Digitized by Google

von allen Seiten einschlagenden Geschossen wieder über das Mance-Thal zurück.

Infolge dieses mißlungenen Versuchs brachen nun die Franzosen von Point du Jour mit Tirailleurschwärmen vor und drängten die im freien Felde liegenden preußischen Abtheilungen bis an den Waldsaum zurück. Die Geschosse des Chassepotgewehres erreichten selbst den Standpunkt des Oberkommandirenden, wo dem Prinzen Adalbert das Pferd erschossen wurde."

„Frische Kräfte rückten jedoch heran und trieben den Feind in seine Hauptstellung zurück. Auch St. Hubert war standhaft behauptet worden*), obwohl die Mannschaft der dort stehenden Batterie nur noch zur Bedienung eines Geschützes ausreichte. Alle partiellen Versuche aber, über die schutzlose Hochfläche vorzudringen, scheiterten, und auch hier" (das „auch hier" bezieht sich auf die Vorgänge in der nördlichen, der St. Privat-Schlachthälfte) „entstand in der 5. Nachmittagsstunde eine Unterbrechung des Kampfes, während welcher auf beiden Seiten die ermatteten Truppen sich wieder ordneten und Athem schöpften . . ."

„Um 6 Uhr befahl der König ein erneutes Vorgehen der Ersten Armee und stellte dafür das nach langem Marsch eben eintreffende II. Korps dem General v. Steinmetz zur Verfügung."

Es folgen nun in der Moltkeschen Darstellung einige erläuternde (oder auch ablenkende) Zwischenbemerkungen — genau gezählt 22 Druckzeilen — zuletzt die Bemerkung: Die Pommern hätten lebhaft gewünscht, noch heut an den Feind zu kommen; und dann die berühmt gewordenen Worte: „Es wäre richtiger gewesen, wenn der zur Stelle anwesende Chef des Generalstabes der Armee dies Vorgehen in so später Abendstunde nicht gewährt hätte.**) Eine völlig intakte Kerntruppe" (das eben eingetroffene II. Armeekorps, das überhaupt noch nicht im Feuer gewesen war) „konnte am folgenden Tage sehr erwünscht sein; an diesem Abend aber hier kaum noch einen entscheidenden Umschwung herbeiführen."

---

*) Unser 67er war dabei.

**) „gewährt hätte" . . . eine der Feinheiten des virtuosen Stilisten Moltke! Gebilligt bezw. angeordnet hat er das Einsetzen der frisch angelangten Pommern nicht; aber . . . schlagen wir ein Blatt zurück! 22 Zeilen weiter oben: „um 6 Uhr befahl der König . . .!"

Digitized by Google

Dieſe Selbſtkritik mildernd, heißt es dann weiter:

„Günſtig war es nun freilich, daß das friſchere II. Korps für die Nacht die vorderſte Gefechtslinie“ (es war dieſelbe, die auch vor dem Eingreifen der Pommern im dieſſeitigen Beſitze war) „beſetzen, und hinter demſelben die ſtark durcheinander gemiſchten Abtheilungen des VIII. und VII. ſich wieder ſammeln konnten.“

„Der Verlauf des Kampfes hatte thatſächlich gezeigt, daß der von Natur und durch Kunſt nahezu unangreifbare linke Flügel der Franzoſen auch durch die hingebendſte Tapferkeit und unter den größten Opfern nicht zu verdrängen war. Beide Parteien ſtanden ſich in drohendſter Nähe gegenüber, beide in der Lage, das Gefecht am folgenden Morgen wieder aufzunehmen. Der Erfolg des Tages hing von den Ereigniſſen auf dem entgegengeſetzten Flügel ab.“

Die Schlacht bei Gravelotte war unentſchieden; aber die Schlacht von St. Privat haben die Deutſchen gewonnen (dank dem Prinzen Friedrich Karl und dem Kronprinzen von Sachſen). Indem Bazaine in den ſpäteſten Nacht- bezw. erſten Morgenſtunden ſeinen linken Flügel aus der Stellung von Châtel in die von Plappeville zurücknahm, entſchied er über das Schickſal des Tages, der Rhein-Armee und ſeiner ſelbſt.

Neben der klaſſiſchen Schlachtbeſchreibung Moltkes, des in jeder Beziehung allerberufenſten Geſchichtſchreibers des deutſch-franzöſiſchen Krieges, hat recht bedeutendes Aufſehen erregt die ſehr ausführliche Schrift von Fr. Hoenig: „Vierundzwanzig Stunden Moltkeſcher Strategie, entwickelt und erläutert an den Schlachten von Gravelotte und St. Privat am 18. Auguſt 1870.“ (Berlin, Luckhardt, 1891.) Der 2. Theil wendet ſich vornehmlich der Ausführung der vom großen Hauptquartier erlaſſenen Befehle ſeitens der Erſten Armee zu, alſo gegen Steinmetz. Der Verfaſſer der vorliegenden Beſprechung hat ſeiner Zeit einen Zeitungsausſchnitt zurückbehalten („Tägliche Rundſchau“ 1891, Nr. 242), in dem von einem zwar ungenannten, aber erſichtlich ſachverſtändigen Referenten eine Analyſe der Hoenigſchen Kritik gegeben war. Eine kleine Probe davon mag hier eingeſchaltet werden. Nicht ganz wörtlich; es ſind einige Dämpfer aufgeſetzt, bezw. ſtarke Ausdrücke gemildert; man erkennt gleichwohl die Tonart als eine ziemlich ſcharfe. Und dennoch iſt nur der Ausdruck ein anderer;

Digitized by Google

der Inhalt ist kaum von der Moltkeschen Darstellung abweichend. Der Referent der „Täglichen Rundschau" schreibt also:

„Die Schlacht von Gravelotte entwickelte sich zuerst als ein mächtiger Artilleriekampf, in dem das deutsche Geschütz die entschiedene Ueberlegenheit über das französische gewann, sodann aber leider als ein reiner Frontalangriff aus dem einen Engwege heraus, der Chaussee durch die Mance-Schlucht, östlich Gravelotte.*) Man lese die einzelnen Episoden dieser Truppenverwendung nach, sie sind mit aller Kunst lebendiger, drastischer Darstellung vorgeführt: das Einsetzen der 15. Division, die Erstürmung von St. Hubert, die Anordnung**) des Generals v. Steinmetz, eine Kavallerie-Division „zur Verfolgung" durch ein Defilee vorgehen zu lassen, das Auffahren und die Zerschmetterung von vier Batterien vor dem Engwege, der Kampf um die Steinbrüche von Rozerieulles, die verschiedenen Vorstöße der Franzosen und das panikartige Zurückfluthen ungeregelter Haufen in und über die Mance-Schlucht, endlich das Einsetzen des intakten, aber in Bezug auf Gelände-, Kampfverhältnisse und feindliche Stellung gänzlich unkundigen II. Armeekorps. Das Ganze entrollt ein höchst unerfreuliches Schlachtenbild, aber ein Bild, wie es jeden Tag wieder entstehen kann, wenn die Führung den Truppen unmöglich zu lösende Aufgaben stellt, die nöthigen Hülfsmittel nicht erkennt oder nicht benutzt und dennoch mit hartnäckiger Folgerichtigkeit auf der Erreichung des einmal Gewollten beharrt. Besonders pikant ist die Schilderung der führenden Persönlichkeiten und deren Verhalten in den einzelnen Phasen der Schlacht, des ruhigen, überlegt beobachtenden Goeben, des innerlich von Aerger verzehrten und rücksichtslos die Truppen einsetzenden Oberkomman-

*) Das Original hat — unzutreffend — „Brücke" über die Mance-Schlucht.

**) Das Original hat — schärfer als selbst der scharfe Hoenig — „der tolle Einfall". Das ist nicht nur scharf, sondern ungerecht. Steinmetz hat den Feind unterschätzt; wäre seine Annahme begründet gewesen, dann war sein Vorgehen ganz begründet.

Digitized by Google

direnden, des Alles geschehen lassenden Zastrow (Kommandeur des VII. Armeekorps)."

„Ergreifend ist die Darstellung der letzten Kampfscene, als nunmehr in einbrechender und stetig zunehmender Dunkelheit nacheinander die vollen 24 Bataillone des II. Korps durch das „Loch" von St. Hubert durchgezwängt wurden und im Dunkeln, sowie in ihrer Unkenntniß darüber, wie vorn das Gefecht stand, gegen die tapferen Vertheidiger von St. Hubert und der Steinbrüche von hinten Feuer eröffneten. Das Durcheinander der Truppen von drei Armeekorps, die theils vordrängten, theils in wilder Panik zurückeilten, spottet jeder Beschreibung."

Wir schließen noch zwei wörtliche Citate aus Hoenig an; sie kennzeichnen seinen kritischen Standpunkt und seine kräftige Ausdrucksweise.

S. 147 schreibt er: „Goeben leitete aus dem, was vorging" (zwischen 3 und 4 Uhr) „die Nothwendigkeit einer Verstärkung" (der sehr exponirten 15. Division) „ab; aus denselben Vorgängen leiteten die kurz dabeistehenden Generale v. Steinmetz und v. Zastrow die Nothwendigkeit einer Verfolgung ab."

S. 146: „Steinmetz sah den Gegner davonlaufen, während er sich gerade setzte, und als der Stier sich bereit zum Stoße gemacht hatte, da packte er ihn von vorn bei den Hörnern."

Daß er nicht weiter südlich gegen den wirklichen linken Flügel des Feindes energisch vorgegangen ist, darin liegt nach Hoenigs Ansicht Steinmetz' größter Fehler.

Moltke begnügt sich, darauf hinzuweisen, daß hinter der starken, sichernden Schranke, die schließlich das II. Armeekorps gebildet hat, „die stark durcheinander gemischten Abtheilungen des VIII. und VII. sich wieder sammeln konnten".

Moltke hat sogar verschmäht, die hier gesperrt gedruckten Worte in gleicher Weise hervorzuheben.

Die Ausdrucksweise von Moltke und von Hoenig ist sehr verschieden, aber aus der kühlen, objektiven des Historikers läßt sich doch entnehmen, daß der scharfe Kritiker, Tadler, Ankläger — sachlich nicht Unrecht hat. Hoenig tadelt übrigens nicht, um zu tadeln, sondern um zu warnen, zu belehren!

Digitized by

Allerdings sagt er unverhohlen, Steinmetz und Zastrow haben am Tage von Gravelotte ihren wohlerworbenen Feldherrnruf vernichtet.

Vernehmen wir noch eine dritte Stimme, eine allerneueste. Wir hören sie in dem ganz kürzlich erschienenen „Ergänzungsbande" zu der bekannten und anerkannten Hartegg-Troschkeschen „Anleitung zum Studium der Kriegsgeschichte" (Darmstadt und Leipzig, Eduard Zernin; 1868 bis 1878, 1894).

Der Verfasser des Ergänzungsbandes, der bayerische Artillerie-Major (vorher im Generalstabe) Endres schreibt (a. a O. Seite 136 und ff.): „Daß General v. Steinmetz etwa gegen 3 Uhr den Zeitpunkt zum Beginn des allgemeinen Angriffs für gegeben erachtete, kann ihm nicht zur Last gelegt werden. Wohl aber wird die Art und Weise der Durchführung zu ernsten Bedenken Anlaß geben müssen."

Es wird nun näher ausgeführt, daß Steinmetz die Ansicht gewonnen habe, der feindliche linke Flügel sei genügend erschüttert und werde dem Stoße der 1. Kavallerie-Division nicht widerstehen. Dieser Auffassung entsprachen die Befehle, die Steinmetz erließ. „Mit der Ausführung dieser Befehle beginnt eine Reihe von Unglücksfällen für die Erste Armee, denn das 2. und 3. französische Armeekorps standen fest und durch Reserven fortwährend verstärkt in ihren Hauptstellungen und hatten bisher nur ganz unwesentliche Verluste erlitten. An den Rückzug dachte Niemand. Wie dieser schwerwiegende Irrthum bei General v. Steinmetz entstanden ist, wird wohl vollständig kaum aufgeklärt werden können. Die leidenschaftlich thatendurstige Natur des Feldherrn und die Erinnerungen an die überraschenden Erfolge eines kecken Zugreifens im Jahre 1866 mögen wohl mehr dazu beigetragen haben, als zwingende, aus der Beurtheilung der vorliegenden Verhältnisse geschöpfte Gründe" . . .

„General v. Steinmetz hatte alle wichtigen Begebenheiten bei der Ersten Armee an das zuerst bei Flavigny" (7 km hinter, d. h. westlich der Mance-Schlucht), „dann bei Rezonville" (2,5 km weiter vorwärts, an der Chaussee, die über Gravelotte zur Kreuzung der Mance-Schlucht führte) „haltende Hauptquartier gemeldet; schließlich um 4¼ Uhr den verunglückten Verfolgungsversuch." Ein „Verfolgungsversuch" war der Einsatz der Kavallerie-Division nur in der Phantasie des Armee-Kommandirenden; thatsächlich war diese

Digitized by Google

Kriegshandlung ein gescheiterter Sturm von Reitern auf eine unerschütterte, stark befestigte, völlig feuerkräftige Stellung.

Es war auch nur das Teten-Regiment (wie oben angeführt) aus der Engpaß-Mündung heraus auf die Hochfläche gelangt. Nach einer halben Stunde war es wieder zurückgegangen; der Rest der Kavallerie-Division, ebenso wie die Husaren-Regimenter (die zu den Infanterie-Divisionen gehörten) hatten schon im Walde, der die Mance-Schlucht füllte bezw. säumte, Kehrt gemacht.

Steinmetz mußte sich also jetzt (bald nach 4 Uhr) bekennen, der Kampf auf demjenigen Theile des Schlachtfeldes, der unter seiner Oberleitung stand, sei unentschieden, und er könne nicht weiter; für einen Erfolg sei das kräftige Eingreifen auf der Nordhälfte des Schlachtfeldes erforderlich. „Welche inneren Kämpfe müssen im Geiste des trotzigen Helden Steinmetz dieser Meldung vorausgegangen sein! Wer könnte das Mitgefühl versagen, wenn er eine so echt deutsche, knorrige, selbstbewußte Natur an den eigenen, unter anderen Umständen vortrefflichen Eigenschaften scheitern sieht."

Seit 4 Uhr versammelte sich das preußische II. Armeekorps bei Rezonville. Gegen 5½ Uhr wurde es an die Befehle des Generals v. Steinmetz gewiesen, und zugleich die dem Korps angehörige 3. Division gegen Gravelotte in Bewegung gesetzt. „Die günstigen Nachrichten, welche man um diese Zeit von der Zweiten Armee erhielt, waren die Veranlassung zu dem Versuche, auch auf dem südlichen Schlachtfelde noch heut siegreich durchzudringen."

Die Franzosen fühlten sich noch lebenskräftig genug, um den neu in den Kampf eingreifenden gegnerischen Streitkräften entgegenzutreten. Daß Hoenig keineswegs zu schwarz gemalt hat, bestätigt die Darstellung Endres'. Z. B. schreibt derselbe: „Das Regiment 54" (II. Armeekorps, 3. Division, 6. Brigade) „geht mit seinem linken Flügel gegen St. Hubert vor, das man vom Feinde besetzt wähnte" . . . „Es war inzwischen Dunkelheit eingetreten und Freund und Feind nicht mehr zu unterscheiden. So kam es, daß der linke Flügel der 54er das Feuer zunächst gegen die dichte Masse von etwa 60 Kompagnien eröffnete, welche sich westlich St. Hubert zusammengedrängt hatten. Es entstand hier eine wilde Verwirrung, ein hastiges Zurückfluthen starker Massen und ein vielfaches Durchbrechen der dicht aufgeschlossenen Marschkolonnen der

Digitized by Google

3. Diviſion.“ . . . „Im Allgemeinen war das II. Armeekorps nicht weſentlich über die Linie vorgedrungen, welche die 15. Diviſion“ (VIII. Armeekorps, der 30. Brigade angehörig neben dem 28. das 67. Regiment) „ſchon in den erſten Nachmittagsſtunden erreicht hatte. Das Korps hatte dabei einen Verluſt von 40 Offizieren und über 1000 Mann erlitten“.

Mag nun des allgemeinen Ueberblicks über die Schlacht von Gravelotte genug ſein. Im letzten Satze iſt auch des 67. Regiments gedacht — wenden wir uns zu unſerem einzelnen 67er zurück.

Er gehörte (wie bereits angemerkt) zu denen, die zwiſchen 3 und 4 Uhr ſich des Pachthofes St. Hubert bemächtigten. Es fanden ſich dort ſucceſſive „Theile“ (wie ausdrücklich geſagt wird) aller Fußtruppen der 15. Diviſion ein (Infanterie-Regiment 67, 28, 60, 33 und die 8. Jäger). „Aber viel Blut war bei dieſem ſiegreichen Anſturm gefloſſen. Auf dem engen Raume vom Mance-Thale bis zu dem Gehöfte“ (es ſind 600 m!) „lagen von unſerem Regimente 18 Offiziere todt oder verwundet.“ „In der Richtung nach Moscou“ (nordöſtlich von St. Hubert) „befand ſich 300 bis 400 Schritte weit ein mit feindlichen Tirailleurs beſetzter Schützengraben, dahinter, zwiſchen Moscou und Point du Jour“ (letztere Ferme öſtlich von St. Hubert) „eine zweite Linie.“

Um 4 Uhr wurde der Erzähler Zeuge des verhängnißvollen Einſetzens der Kavallerie-Diviſion. Zweien von den gleichzeitig vorgehenden 4 Batterien (der Korps-Artillerie, es waren die 3. reitende und die 3. leichte) gelingt es, bei St. Hubert Stellung zu nehmen, worüber natürlich die Infanteriebeſatzung große Freude empfand. Unſer Gewährsmann ſchreibt: „Wir waren durch das lange und ſchwere Ringen vollſtändig abgemattet. Stumpf blickte man auf das, was Einen umgab. Die Erfolge, die wir bisher gehabt, hatten nur mit Aufbietung aller Kräfte und unter entſetzlichen Verluſten errungen werden können. Auch die Franzoſen ſchienen abgeſpannt und müde zu ſein. Es trat ein Zeitpunkt ein, in welchem nur noch ein ſchwaches Feuer hinüber und herüber unterhalten wurde. Wieder die ſtumme Frage: was ſoll hier werden? Der mörderiſche Kampf kam vielleicht zum Stehen; — die Sonne ging bereits hinter Gravelotte zur Rüſte — morgen aber würde derſelbe von Neuem, vielleicht furchtbarer noch entbrennen. So glaubte ich. Sollten wir hier vor den Wällen der Feinde Alle unſer Grab finden? Standen wir hier an den

Digitized by Google

Marken unserer Tage? Gott, wie du willst; dir hab' ich mich ergeben!"

Es ist bereits erwähnt, daß die Franzosen, statt durch das Auftreten der neuen Streitkräfte, des II. preußischen Armeekorps, sich einschüchtern zu lassen, einen energischen Vorstoß unternommen haben. Ohne Zweifel haben sie gehofft, den schwachen, auf dem Plateau sich kümmerlich behauptenden Feind in die Mance-Schlucht hinunter zu werfen, um an deren linkem Thalrande in günstiger Ueberhöhung dem zu gewärtigenden neuen Angriff zu begegnen.

Die Besatzung von St. Hubert merkte natürlich, was ihr zunächst geschah, zuerst: Die Folge, nicht die Ursache; den Ansturm der Franzosen, nicht den Anmarsch der Pommern. „Mit furchtbarer Macht, mit elementarer Gewalt rückten die Franzosen vor. Gegen uns heran wälzte »mit allen Mächten der Höll' im Bunde« sich eine Wand von Pulverdampf und Staub, erfüllt von einem markerschütternden Lärm, dem grausen Gebrüll der wie aus der Erde gespieenen Batterien, dazwischen das entsetzliche Knattern der Gewehre, das Knarren der Mitrailleusen; der Satan selbst mußte seine Freude daran haben." . . . „Die Nacht sinkt schnell; die Granaten kreuzen leuchtend in der Dunkelheit. Man hört den Schuß aus dem eigenen Gewehre nicht, das man gar nicht mehr hoch bringt. Die Munition geht zur Neige — »Stehen, um Gottes willen Stehen!« — Hinter uns wälzen sich die Reserven nach Gravelotte zu Wir sind verloren!

Nun wachse, du Freiheit der deutschen Eichen,
Wachse empor über unsere Leichen!

Da! rechts ein die Luft erschütterndes Hurrah! ein erneutes, furchtbares Feuern! Was ist das? Sind wir umfaßt? — Signale von Gravelotte her! »Das Ganze avanciren!« Hurrah! Der Höllenlärm vor uns beginnt zu erlahmen. Immer weiter schmetternde Signalhörner! Das unter Trommelschall, Hörnerklang und Hurrah! mit frischen Kräften rechts von uns vorrückende II. Korps hatte den Franzosen Halt und Umkehr geboten.

Es war gegen 10 Uhr abends; — da tönte es von den Höhen: »Gewehr in Ruh!« Die Schlacht war beendet."

War das Einsetzen des II. Armeekorps in so später Stunde korrekt oder nicht korrekt? Eine akademische Frage, über die die Gelehrten noch heute nicht einig sind. Selbst Moltke hat kein

Digitized by Google

ganz bestimmtes Zeugniß abgelegt; selbst er temporisirt hier sozusagen: Es war wohl eigentlich nicht richtig, aber es ist schließlich doch auch von Nutzen gewesen! Unser 67er hat keinerlei kritisches Bedenken gehabt; er feiert nur die Erlösung, die ihm und seinen Genossen die Pommern gebracht haben. Er monirt nicht einmal — hat es vielleicht gar nicht wahrgenommen —, daß die 54er in durchaus erklärlichem Mißverständnisse die um St. Hubert Versammelten für Franzosen gehalten und beschossen haben!

Folgen wir nun unserem Erzähler weiter. Sein größtes Kriegserlebniß hat er hinter sich.

Das VIII. Armeekorps wurde demnächst der Cernirung von Metz zugetheilt. Auf das 67. Regiment fiel die vom 18. August her wohlbekannte Strecke Moscou bis Point du Jour.

Die Metzer Periode war beschwerlich und anstrengend, namentlich infolge des vielen Regens. Auch das Schanzen hat unserem 67er gar nicht gut gefallen. Ins Feuer ist er zunächst nicht wieder gekommen. Am 10. September traf Nachricht ein, daß das Regiment aus dem Verbande des VIII. Armeekorps ausscheide und nach Mainz zurückzugehen habe. Ende des Monats ging es von Mainz nach Straßburg; aber nicht zur Belagerung, denn die war vorüber, sondern als Garnison, die sehr schweren Wachdienst hatte; der Erzähler mußte in mancher Woche dreimal auf Wache ziehen.

Am 3. November erhielt das Regiment Befehl, an der Belagerung von Belfort theilzunehmen. Erst am 19. rückte es hier in die Cernirungslinie (Anjutay; Arsot-Wald). Auch hier wieder wie vor Metz: Postenstehen, Patrouillengehen, Arbeitsdienst. Allerdings auch einmal Trancheewache zur Batteriedeckung und demzufolge im Granatfeuer; aber der Schilderung nach ist die Lage mehr lästig als eigentlich gefährlich gewesen.

Es kam dann die Zeit, wo das bedrohliche Unwetter heranzog, das Bourbaki dirigirte und das Werder so rühmlich parirt hat. Aber unsern 67er ereilte hier sein Schicksal. Es geschah in dem Gelände, wo die Deutschen die Linie Chavanne—Gonvillars—Arcey, die Franzosen Corcelles–Marvelise—Onans hielten. Am 13. Januar marschirte unser Erzähler mit einem (nicht mehr vollzähligen) Bataillon von Arcey nach dem Dorfe Ste. Marie. Hier wurden sie von zehnfacher Uebermacht überrannt und abgeschnitten. Die Mehrzahl der Leute des Ba-

Digitized by Google

taillons hat sich doch noch zu retten vermocht; unser 67er war — wie er entschuldigend sagt — unter denen, die sich „zu lange gehalten" hatten.

Seine Erlebnisse in der Gefangenschaft (das Ziel war die Insel Oléron) sind gut, maßvoll und ehrlich erzählt. Er ist zwar von rohem Gesindel schlecht, aber von anständigen Persönlichkeiten im Ganzen doch anständig behandelt worden. Sieben Wochen nach seiner Gefangennahme wurde ihm und seinen Schicksalsgenossen die Auslieferung angekündigt. Es ist ein wohlthuendes Schlußbild: „Wir, die wir des Gesanges gepflegt, traten vor dem Lokale, in dem sich die Offiziere befanden, zusammen, um ihnen in unserer Freude ein Lied zu bringen. Wir wurden, so viel Raum war, in das Lokal genöthigt, und ein hoher Offizier, wahrscheinlich der Kommandant der Insel, nahm ein Glas und trank mit uns auf unsere glückliche Ankunft im Vaterlande. Das war ein schöner Moment. Es war wieder Frieden auf Erden; der Feind stand nicht mehr dem Feinde, sondern der edle Mensch seinen Mitmenschen gegenüber." Nun ja! Es war wieder Friede; aber sicherlich wären die deutschen Gefangenen auf Oléron von den französischen Offizieren nicht so rührsam-liebenswürdig entlassen worden, wenn letztere gewußt hätten, daß sie zum „deutschen Vaterlande" Elsaß-Lothringen beisteuern müßten!

13.

Die beständige Befestigung und der Festungskrieg. Nach den neuesten Quellen bearbeitet. — 2 Bände mit einer Beigabe von 18 Tafeln. — 1. Band von Ernst Freiherr v. Leithner, k. und k. Major im Generalstabe; 2. Band von mehreren k. und k. Offizieren. Im Selbstverlage der Verfasser. Wien 1893. Zu beziehen durch die Redaktion der „Mittheilungen", Wien VI, Getreidemarkt 9. — Für die Angehörigen der k. und k. Wehrmacht beträgt der Preis nur 8 Gulden; für alle übrigen Besteller 15 Gulden.

Unter dem obigen Titel ist ein überaus verdienstliches Werk — wenn nicht offiziellen, so doch offiziösen Charakters — auf dem

Digitized by Google

Büchermarkt erschienen, das einen z. B. durchaus aktuellen Gegenstand behandelt. Die großen reformatorischen Umwandlungen, wie sie im Festungswesen als Ergebniß der in den letzten Kriegen gewonnenen Erfahrungen und namentlich infolge der großen Vervollkommnung der Geschütze, insbesondere der Einführung der Brisanzgeschosse, theils angebahnt sind, theils sich schon vollzogen haben, bilden den Stoff, der zwar im Einzelnen und an zerstreuten Stellen mannigfach schon literarisch verarbeitet, hier aber zum ersten Male in solchem Umfang im Zusammenhang dargestellt ist. In mustergültiger Sprache, auf das Verständniß der weitesten Kreise berechnet, werden die in Rede stehenden Neuerungen nach ihrer historischen Entwickelung, ihrer Begründung, ihrem Werth und ihren Mängeln, nach der konstruktiven Seite und ihrer praktischen Ausgestaltung beleuchtet, und überall läßt das Gesammtbild ein gereiftes Urtheil über den bearbeiteten Gegenstand erkennen, selbst da, wo hin und wieder anderweite Erfahrungen oder Anschauungen zu einem nicht ganz übereinstimmenden Urtheil führen.

Der erste Theil des Werkes mit zehn vorzüglichen (mehrfarbigen) Tafelbeigaben bringt vorab die Entwickelungsgeschichte des Festungswesens der letzten zwei Jahrzehnte. Während er verschiedene, oft wohl gar nicht ernst zu nehmende Verbesserungsvorschläge nur streift, bespricht er eingehend die bahnbrechenden Arbeiten des belgischen Generallieutenants Brialmont von 1885, 88, 90, nicht ohne die anfechtbaren Seiten derselben hervorzuheben; die Schumannsche Panzerfortifikation (1884); die Panzerlaffeten desselben Verfassers (1885) mit den in dieselbe Zeit fallenden Arbeiten von Sauer über den Angriff und die Vertheidigung fester Plätze (1885 und 1889); die Arbeiten des Franzosen Mougin; des Holländers Voorduins, des Italieners Rocchi; neuere Arbeiten (ungenannter) österreichischer Offiziere und im Gegensatz hierzu Wilitschkos Gürtelfestung, und zeigt den Einfluß dieser Reformbestrebungen auf das Festungswesen in Deutschland, Rußland, Frankreich, Rumänien und Belgien.

Nächstdem geht der Verfasser auf die Systeme der Befestigungsanlagen und deren Bestandtheile ein, indem er Manövrirplätze (Gürtelfestungen) und Sperren (isolirte Forts) unterscheidet und nun sehr eingehend die Erfordernisse von Werken der ersteren

Digitized by Google

Art beſpricht. Er unterſcheidet das Gürtelſyſtem mit Panzerfronten, mit vollkommener Trennung von Nah- und Fernkampf und mit Panzerforts, wobei Verfaſſer dem letztgenannten Syſtem die größte Bedeutung zuſchreibt, und ſchließt daran die Noyaubefeſtigung (Stützpunkte und Verbindungslinien). Bei den Werken der zweiten Art, die dann zur Beſprechung gelangen, werden Sperren in offenem Terrain und ſolche im Gebirge (Sattel- und Thalſperren) unterſchieden. Den Schluß des erſten Theils bildet der dem Feſtungskrieg (Angriff und Vertheidigung) gewidmete Abſchnitt und ein Anhang für die Beſchreibung von Beiſpielen auf den beigegebenen Tafeln.

Der zweite Theil des Werkes mit Beigabe von acht Tafeln wird eingeleitet von einem Kompendium der Kriegsbaukunſt, das zunächſt mit einer theoretiſchen (rechneriſchen) Betrachtung über die Geſchoßwirkung (Auftreffwirkung und Sprengwirkung) auf fortifikatoriſche Objekte beginnt. Es folgen Hindernißbauten: Mauern, freiſtehende und anliegende (Eſkarpen- und Kontreeſkarpenmauern), Eiſengitter, Drahtgitter, Hecken. Hierauf Hohlbauten: Bombengewölbe, bombenſichere Trägerabdeckung, Seitenwände, desgl. Gewölbe, Decken, Wände gegen leichtere Geſchoſſe nebſt allgemeinen bautechniſchen Erforderniſſen. Ferner Details (Scharten, Fenſter, Thüren ꝛc., künſtliche Beleuchtung, Ventilation ꝛc.). Ferner die Anordnung der Räume (Vertheidigungsräume, Unterkünfte, Magazine); die Einrichtung offener Wälle; dann Waſſerwerke und Entwäſſerungsanlagen.

Hierauf folgt eine werthvolle Arbeit über Panzerung, die von völliger Beherrſchung des Stoffes Zeugniß giebt. Nach Erörterung von Zweck und Eintheilung folgt die Betrachtung der rechnungsmäßigen Widerſtandsfähigkeit der Panzer je nach dem Material (Schweißeiſen, Flußeiſen, Stahl, Compound-, Hartguß), nach dem Auftreffwinkel, des Lamellenpanzers und desjenigen mit Holzfutter. Den Konſtruktionsformen iſt der drehbare Panzer vorangeſtellt (Vor- und Nachtheile, Einteilung); Panzerhaube (Beanſpruchung, Material, Geſtalt, Ausmaße, Gewicht, Nebenbeſtandtheile, innere Gliederung und Auflager); Vorpanzer; Tragekonſtruktion; Drehvorrichtungen; Nebenbeſtandtheile. Mit Bezugnahme auf die beigegebenen Tafeln wird eine Reihe von Beiſpielen erörtert: Panzerthürme mit Laufvorrichtung (drei Beiſpiele);

Digitized by Google

Panzerthurm mit Central-Pivot (gepanzerter Stand für Scheinwerfer); Panzerlaffeten, und zwar: Gewöhnliche Panzerlaffeten (zwei Beispiele für Geschütze und ein gepanzerter Beobachtungsstand); fahrbare Panzerlaffeten; Panzerstände für Mörser (zwei Beispiele); drehbare Panzerkuppeln (drei Beispiele für Geschütze und eins als Beobachtungsstand); heb- und senkbare, schwingende Panzer.

Im Gegensatz zu den drehbaren Panzern sind dann die Panzerkasematten und Panzerschilde beschrieben und an fünf Beispielen erläutert, woran sich bemerkenswerthe Schlußbetrachtungen knüpfen. Ein dritter Abschnitt ist dem Entwurf beständiger Befestigungen gewidmet und verbreitet sich über den Entwurf von Gürtelfestungen: Vorprojekt, Detailentwurf (der Gürtelwerke, des Noyaus) mit einigen Bemerkungen über den Entwurf von Sperren. Als Anhang folgt noch eine gedrängte Materialbeschreibung, soweit sie sich auf die Verarbeitung der Materialien zu Panzertheilen bezieht: Schweißeisen; Flußeisen (Rohflußeisen, Flußeisen-Façonguß, gewalztes Flußeisen); Stahl (reiner Stahl, Nickelstahl); Compound-Panzerplatten (Stahl und Eisen, Stahl und Flußeisen); Panzerplatten mit Oberflächenhärtung; Hartguß.

Als Mitarbeiter nennt der Herausgeber Oberstlieutenant Gilschkert (Verfasser des letztgenannten Anhangs), Hauptleute Brandtner und Exler (Verfasser des ersten Abschnitts des zweiten Theiles).

Es ist nicht möglich, in dem Rahmen eines kurzen Referats, dem an dieser Stelle Raum gegeben, eingehend den Gegenstand des Werkes zu besprechen. Ebenso wenig ist es möglich, hervorzuheben, wo hier und da nach der Meinung des Referenten eine breitere materielle Darlegung erwünscht wäre. Der Gesammteindruck des gediegenen Werkes wird in dem Wunsche zusammengefaßt, daß das unleugbare Verdienst der Verfasser in der weitesten Verbreitung des Werkes seine Würdigung finden möge. Dieser Wunsch dürfte auch bereits erfüllt sein, da eine zweite Auflage erschienen ist.

Kf.

Digitized by Google

14.

Anleitung zum Studium der Kriegsgeſchichte von J. v. H. und Th. Frhrn. v. Troſchke. Ergänzungsband von 1866 bis 1880. Erſtes Heft. Darmſtadt und Leipzig. Eduard Zernin. 1894.

Die erſten Worte („Anleitung" . . . bis „Troſchke") ſind die diplomatiſch genaue Wiedergabe des Titels einer ſeit bald 30 Jahren bekannten und beliebten Arbeit. Daß „J. v. H.", dem beliebte, ſich nur als „Mitglied der Königlich ſchwediſchen Akademie der Kriegswiſſenſchaften" zu empfehlen, der württembergiſche Generallieutenant v. Hardegg war, iſt längſt bekannt. Er iſt der Gründer des Unternehmens; ihm geſellte ſich dann der preußiſche Generallieutenant v. Troſchke zu. Bei dem endlichen Abſchluſſe des Werkes bezeichnete daſſelbe kein Geringerer als Moltke (in einem Schreiben vom 17. Juni 1878) „als die geiſtige Hinterlaſſenſchaft zweier um die Militärliteratur hochverdienter Generale".

In ſeiner erſten Erſcheinung hieß das Werk: „Grundzüge einer Anleitung ꝛc." Es war ein Auszug v. Hardeggſcher Vorleſungen. Es fand viel Beifall; namentlich wurde auch die vollſtändige Wiedergabe der Hardeggſchen Vorleſungen erbeten und angerathen. In der zweiten Auflage (1868) wurde dem entſprochen. Die erſten zwei Bände erſchienen dicht nacheinander. Dann trat eine längere Pauſe ein. Der dritte Band unter dem Sondertitel „Geſchichte der Kriege der Neuzeit" erſchien — in zwei Abſchnitten — 1875 und 1878. Trotz dieſes ſpäten Erſcheinens ſchloß die Darſtellung mit 1866 ab, doch wurde eine Erweiterung bezw. ein Supplementband in Ausſicht geſtellt. In dem ſchon erwähnten Schreiben (dem Dankſchreiben für Ueberſendung des vorläufig mit 1866 abſchließenden Werkes) billigt Moltke die beabſichtigte Ausdehnung auf 1870/71. Er deutet dabei auf die intereſſante Parallele hin, die zu ziehen wäre zwiſchen dem Maſſenaufgebote der erſten franzöſiſchen Republik, das gegenüber dem zerſplitterten Deutſchland mehrfach Waffenerfolge errungen habe, und den Milizheeren der zweiten franzöſiſchen Republik, die von den Streitkräften des geeinigten Deutſchland vollſtändig aus dem Felde geſchlagen worden ſind.

Was bereits 1878 ins Auge gefaßt war, iſt jetzt nach 16 Jahren in Angriff genommen. Der „Ergänzungsband" wird

Digitized by Google

von dem bayerischen Artilleriemajor K. Endres bearbeitet; es liegt die Absicht vor, die Beispiele dem deutsch-französischen Kriege von 1870/71 und dem russisch-türkischen von 1877/78 zu entnehmen. Die erste Lieferung, 10 Druckbogen stark, schließt mit dem 18. August 1870 ab. Das neue Werk, auf drei oder vier Lieferungen berechnet, soll, wenn irgend möglich, im laufenden Jahr zu Ende kommen.

Der sogenannte „Ergänzungsband" hat mit dem Hauptwerke zunächst nur den technischen Zusammenhang, der durch die Verlagsfirma zum Ausdruck kommt; für die geistige Identität oder Ebenbürtigkeit können selbstredend die „um die Militärliteratur hochverdienten Generale" nicht mehr garantiren; aber ihr Nachfolger bekennt sich durchaus zu ihrem Programm und hat sozusagen den „Lehrplan" acceptirt, der der alten „Anleitung" zu Grunde liegt.

Die Gesinnung und die Vorsätze, mit denen er an seine Arbeit gegangen ist, kennzeichnet er in seinem Vorwort, aus dem wir nur einen Satz zur Probe geben wollen: „Wir empfinden es beinahe als Frevel an unseren tiefsten Ueberzeugungen, an den Idealen, mit denen wir Kinderstube, Schule und Kaserne seit zwei Jahrzehnten zu erfüllen bestrebt waren, wenn die Kritik sich dieser Ereignisse" (der Kriegführung von 1870/71) „bemächtigt. Und doch ist diese nothwendig, um den ganzen Nutzen aus der Kriegsgeschichte zu ziehen, der in ihr ruht. Es wäre ein Trugschluß, aus dem Umstande, daß irgend ein Unternehmen nach Wunsch gelungen ist, zu folgern, daß die Art der Ausführung dieses Unternehmens musterhaft und nachahmungswürdig ist; denn ein Unternehmen trägt die Wurzeln seines Gelingens nicht nur in sich, sondern ist in hervorragender Weise von der Gegenwirkung des Feindes abhängig."

Die vorliegende erste Lieferung umfaßt 154 Seiten. Auf den ersten 36 werden nach einer kurzen politischen Einleitung die beiderseitigen Armeen, ihre Bewaffnung, Organisation, Mobilmachung, Aufmarsch in gedrängter aber lichtvoller Darstellung behandelt. Auf 48 Seiten wird die strategische Uebersicht des Feldzuges bis zum 17. August abends gegeben; die folgenden 70 Seiten sind dem 18. August gewidmet.

Es ist bekanntlich Mephistopheles, den Goethe es sagen läßt, und deshalb ist es nicht wahr, es ist nicht „am besten, wenn Ihr nur Einen hört und auf des Meisters Worte schwört". Die

Digitized by Google

„Vierundzwanzig Stunden Moltkeſcher Strategie", wie ſie Hoenig dargeſtellt hat, mag man leſen, aber doch nicht nur dieſe Schrift.

Daß man auch das Generalſtabswerk über 1870/71 allein zu Rathe zu ziehen nicht gut thäte, damit wird derjenige wahrſcheinlich ſich einverſtanden erklären, der Hoenig vorurtheilsfrei ſtudirt.

Die Art, wie Endres das gleiche Thema wie Hoenig bearbeitet hat, dürfte Manchem ſympathiſcher ſein. Hoenig nimmt kein Blatt vor den Mund. Er ſchreibt herb und derb (Seite 137): „Rathſchlägen Anderer unzugänglich, war Steinmetz eben ſo eigenſinnig wie eitel."

Endres ſchreibt: „Wer könnte ſein Mitgefühl verſagen, wenn er dieſe Perſönlichkeit an ihren unter anderen Umſtänden vortrefflichen Eigenſchaften ſcheitern ſieht?"

15.

Feldmarſchall Moltke. Erſter Theil: Lehr- und Wanderjahre. Von Max Jähns. Berlin, Ernſt Hofmann & Comp. 1894.

Ein Wiener Schriftſteller, Dr. Anton Bettelheim, hat die Herausgabe eines Sammelwerkes unternommen, das — wie es in dem Programm heißt — als „eine Kultur- und Literaturgeſchichte in Einzelbiographien, dargeſtellt von berufenen Männern — den Bildungsbedürfniſſen und der Empfänglichkeit breiter, dem Beſten nachſtrebender Schichten des deutſchen Volkes entſpricht". „Geiſteshelden" (führende Geiſter) ſind die Worte, die der Herausgeber zum Haupt- und Geſammttitel ſeines Unternehmens gewählt hat. Hochtönende Worte! Indeſſen — es iſt nicht der Zweck dieſer Zeilen, das Unternehmen ſelbſt zu beurtheilen; es ſollte nur darauf hingewieſen werden, unter welcher Vorausſetzung und in welcher Umgebung die neueſte Moltke-Biographie auf dem Büchermarkte erſchienen iſt. Sie umfaßt nicht das ganze lange und bedeutſame Leben; ſie reicht nur bis 1857. Den „Lehr- und Wanderjahren" wird alſo früher oder ſpäter ein zweiter Theil ſich anzufügen haben, der dann die „Meiſterjahre" ſchildern wird.

Digitized by Google

Oberstlieutenant Dr. Jähns, der ehemalige Offizier und fleißige Militärschriftsteller, der selbst lange dem Generalstabe angehört hat, der nicht nur Militär-, sondern Schriftsteller überhaupt, dessen kritisch-historisch-literarische Thätigkeit die Universität Heidelberg mit dem Doctor honoris causa belohnt hat — das war ohne Widerrede ein in höchstem Maße „berufener" Mitarbeiter an Dr. Bettelheims „Geisteshelden", insbesondere für Moltke.

Wir müssen auch der Beschränkung zustimmen, die Jähns sich auferlegt hat. Nachdem er alle Quellen aufgeführt hat, aus denen zu schöpfen war, schreibt Jähns im Vorwort: „Ueberblickt man diesen Stoff, so erhellt, daß er wohl ausreicht, um eine Schilderung von Moltkes Leben und Werken zu geben bis zu dem Zeitpunkte, da er als Chef an die Spitze des Generalstabes der Armee trat, daß jedoch für die Darstellung seiner Thätigkeit in dieser hohen Stellung selbst die Vollendung der von der historischen Abtheilung des großen Generalstabes unternommenen und begonnenen Herausgabe von Moltkes »Kriegswissenschaftlichen Arbeiten« abzuwarten bleibt."

Was Jähns für seinen Zweck benutzen konnte, ist durch den Druck veröffentlicht und Jedem zugänglich; Jähns sagt uns also an Sachlichem kaum etwas Neues; aber es ist doch in hohem Grade dankenswerth, selbst für denjenigen, der allenfalls selbst Bildung und Urtheil genug hätte, um aus den Quellen zu schöpfen, wenn ein im Lesen, Auffassen, Resumiren und Extrahiren so Geübter und zugleich so Wortgewandter, ein so guter Stilist — bald Rhetor, bald Poet — wie Max Jähns, ihm die Mühe abnimmt, ihm das aus den Ingredienzien herstellbare und hergestellte Gericht fix und fertig darbietet. Um wie viel größer ist der Dienst, der jenen geleistet wird, die nicht genügendes Geschick, Uebung oder auch Muße haben, um aus einem oder zwei Dutzend Büchern sich anzueignen, was sie in der Schrift von Jähns auf drittehalbhundert Seiten ohne jede Anstrengung bequem herunterlesen können.

Jähns ist aber durchaus nicht ein bloßer Kompilator, er ist ein Schriftsteller von Geist, Geschmack und Urtheil. Dafür ließen sich viele Belege zitiren, es fehlt uns aber an Platz; nur — zum Zeichen wie es gemeint ist — eine kleine Probe.

S. 228 heißt es: „Offenbar sind die zwei Jahre Hofdienst Moltkes" (1855 bis 1857 erster Adjutant des damaligen Prinzen und Thronfolgers Friedrich Wilhelm) „für die Entwickelung seiner Persönlichkeit durchaus nicht ohne Werth gewesen." „Die für den

Digitized by Google

Gang der öffentlichen Angelegenheiten maßgebenden Menschen, die Herrscher und ihre höchststehenden Diener, kann man in Europa nur an den Höfen kennen lernen. Es war daher für Moltke bedeutungsvoll, daß er nicht nur die hohe Pforte und die Umgebung des heiligen Stuhles, sondern auch die Höfe von Westminster, St. Petersburg und Paris aus eigener Anschauung zu würdigen vermochte. Dabei erweiterte sich zugleich sein Wissen von Land und Leuten, und sein aufmerksames Auge hatte Gelegenheit, prüfend und vergleichend auf den Truppen der europäischen Großstaaten zu verweilen. Was er dabei bemerkt, liegt uns nur in der für eine Frau bestimmten, leichthin das Aeußere streifenden Fassung vor; was er wirklich beobachtet, hat er für sich behalten; aber es unterliegt keinem Zweifel, daß die Jahre des höfischen Dienstes zugleich auch militärische Studienjahre für Moltke gewesen sind."

Beachtenswerth und lehrreich sind auch die Urtheile, die Jähns aus dem Studium seines Helden über dessen politische Anschauungen und Auffassungen der jeweiligen Weltlage gewonnen hat. S. 189 und S. 225 unter Anderem geben davon Zeugniß.

Noch eine Anerkennung drängt es den Schreiber dieser Zeilen Jähns zu Theil werden zu lassen; sie betrifft die wenigen Worte, mit denen er einige der wichtigsten seiner Quellen charakterisirt, und dadurch denjenigen als zuverlässiger Führer dient, die etwa diese Quellen selbst noch aufsuchen wollen. J. führt an:

. . . „Unser Moltke. Von einem seiner dankbaren Schüler (Berlin 1890). Würdigung von hohem militärischen Gesichtspunkte aus."

Dieser Fingerzeig ist vielleicht doch gar zu leise; es hätte vielleicht doch wenigstens das „hohen" gesperrt gedruckt werden sollen, denn der Verfasser jener übrigens nur 64 Seiten füllenden Arbeit gehörte zur Zeit selbst bereits der Generalität an, wurde bald darauf Divisions-Kommandeur. Die betreffende Schrift war 8. Beiheft des Militär-Wochenblattes von 1890. Sie war eine Huldigung für den noch Lebenden, ein Festgruß zu seinem 90. Geburtstage.

Sehr treffend begutachtet sind die beiden folgenden Quellen:

„Ch. Malo: M. de Moltke (Paris-Nancy 1891). Unbillig, doch nicht gedankenlos.

Ch. Lockroy: M. de Moltke et la guerre future (Paris 1891). Ebenso unwissend als böswillig."

Digitized by Google

Sehr anerkennenswerth ist die Vorsicht und Zurückhaltung des Urtheils in der folgenden Anführung:

„Moltkes Briefe an seine Braut und Frau und an andere Verwandte. 2 Bände. (Deutsche Verlags-Anstalt 1894.) Bringt wenig mehr als der VI. Band der Gesammelten Schriften und Denkwürdigkeiten."

Ebenso vorsichtig und taktvoll, ja, Beides in noch höherem Grade, ist endlich die Anführung:

„Reinhold Wagner: Moltke und Mühlbach zusammen unter dem Halbmonde 1837—1839 (Berlin 1893). Vom höchsten Werth für die in Frage kommende Zeit." Gegenüber der Polemik, die das Wagnersche Buch entfacht hat, war es einerseits muthig, andererseits maßvoll, diese Worte niederzuschreiben, und nur diese Worte. Jähns fühlt sich als Historiker, für den nur das Bleibende Werth hat; den Tageskampf der Meinungen, die literarischen Plänkeleien ignorirt er; auch von ihnen gilt das Dichterwort: Sie tönten und verhallten in der Zeit.

Digitized by

Berichtigungen zum September-Oktoberheft 1894.

Seite 390	Zusammenstellung 1	statt	334	lies	332
		"	323	"	321
		"	315	"	312
		"	298	"	300
		"	276	"	268
		"	230	"	228
Seite 392	Zeile 2 von oben	statt	46	lies	40
		"	230	"	228
		"	276	"	268
Seite 394	Zeile 1 von unten	statt	19^{10}	lies	19^{6}
Seite 416	Zeile 6 von unten	statt	67	lies	68.
Seite 430	Zeile 16 von oben	statt	$^{1}/_{400}$	lies	$^{4}/_{1000}$
	" 18 " "	"	75	"	95
	" 19 " "	"	60	"	80
	" 20 " "	"	46	"	68
	" 21 " "	"	40	"	60.

Seite 479 Zeile 11 von oben statt Zeitfernrohr lies: Zielfernrohr.

Tafel 3 Zeile 2 von unten statt Sprenggraten lies Sprengpunkten.

Gedruckt in der Königlichen Hofbuchdruckerei von E. S. Mittler & Sohn,
Berlin SW., Kochstraße 68—70.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Stanford University Libraries
3 6105 013 152 280

43
A7
v.10
189

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.

Digitized by Google

Digitized by Google